岡　山　大　学
農学部学術報告

第 13 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE OKAYAMA UNIVERSITY

No, 13

昭和34年3月
MARCH 1959

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

目　次

Contents

小麦の春季凍害の一事例

竹上静夫・赤松誠一・笹井一男

An Example of Damage on Wheat Caused by Low Temperatures in the Spring of 1958.

Shizuo TAKEGAMI, Seiichi AKAMATSU and Kazuo SASAI

A great damage was done by the low temperatures of below 0°C (min. temp. −3.5∼−3.8°C) which lasted for several hours during the 3 day period between 29 and 31 March 1958 on the wheat, variety Norin No. 52. The wheat was sown on an experimental field in the faculty of Agriculture, Okayama University, some 3 weeks earlier than the normal time of sowing which falls during the middle of November.

The damage by the low temperatures is characterized by the killing of young spikes and withering of the internodes of culms. About 76% of all killed young spikes were under 2 cm. in length. The portion of the culm that was lowermost from the ground was more seriously damaged. It was discolored dark brown white the chlorophyllous tissues under the epidermis and the hypodermal tissues destroyed, but the function of the vuscular bundles in the conduction of water was not affected. With the above facts, those injured culms that survived the death of young spikes from the low temperatures were able to come into ears, but lodged soon after earing, and prevented the normal process of ripening.

Summarizing, when young spikes of a wheat plant is killed by low temperatures, the tillering system is disturbed and the growth of abnormal late tillers is stimulated, and the differences in the periods of earing and ripening stages are magnified, which, as a whole, result in the reduced yield of grains.

I. 緒　　言

昭和33年3月29～31日の3日間にわたり，−3.8°C（31日）に及ぶ最低気温を含めて毎日数時間ずつの 0°C 以下の当時としては異常な低温は，岡山大学農学部圃場（畑作）における早播した小麦農林52号に著しい凍害を示した．すなわち出穂当時の総茎数中の約5割に及ぶいわゆる芯止り（芯枯れ）茎を生じ，これらが黄化枯死するため，穂ばらみ期には全圃黄緑色を呈して激甚な被害様相を示し，収量は半減した．これに対して普通播区の被害は極めて軽微に終つた．わが国におけるこの春季の凍害様相についてはすでに多くの報告（1～6）があるが，本例のように地際節間部の凍害を伴う幼穂凍死についての記述が比較的少ないので，ここにその一事例としての概要を報告する．

なお本調査にあたつて守屋利正君等の協力を得たので併記して謝意を表する．

II. 耕 種 概 要

岡山大学農学部圃場において畑作麦として品種小麦農林52号を用い，播種期を (A) 早播区と (B) 普通播区とに区分して栽培した．ただし当地方の播種の適期は11月中旬であるので，早播区

は適期より約15日の早播となつているが，平年においては特別の異状を示さず，まず正常に収穫できる播種期間内にあるものである．なお両区の耕種概要は第1表の通りである．

第1表　小麦作耕種概要
品種：小麦農林52号

	A. 早播区	B. 標準区
播種期	10月28日	11月11日
播種量	10アール当6.3l (反当3.5升)	10アール当6.3l (反当3.5升)
畦間	0.5 m (1.7尺) 平畦	
播種法	播幅　12 cm (4寸) 1条;条播	
施肥量 (アール当kg)	堆肥　375kg (反当100貫) 硫安　37.5kg (反当 10貫) 元肥及び追肥2回に施す． 過石　37.5kg (反当 10貫) 塩加　18.8kg (反当 5貫) 下肥　1,125kg (反当300貫) 追肥として2回に施す．	

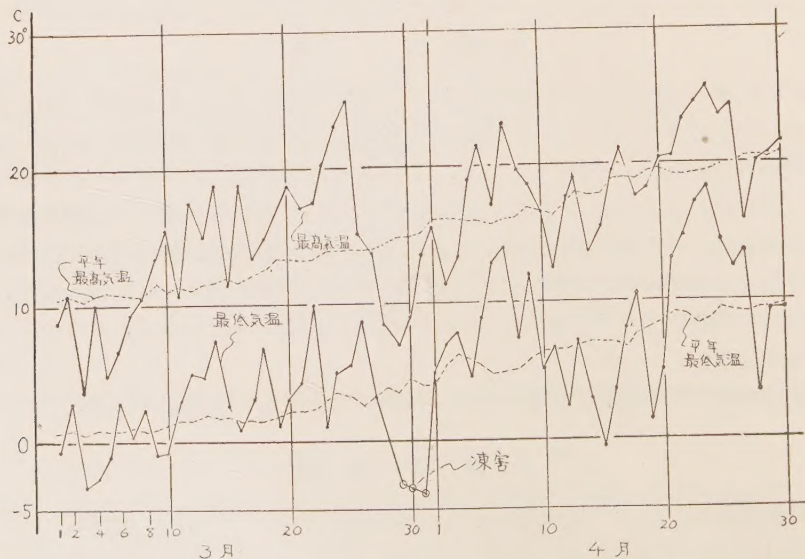
(その他中耕，土入れなどの管理は慣行によつて行つた)

Ⅲ．凍害をもたらした異常低温と小麦の生育状況

昭和32年播種の麦作期間は，冬期間は極めて温暖裡に経過し，かつ降雨も比較的多かつたために特に早播区の生育は徒長軟弱となり，3月中旬にはすでに茎立を示すにいたり，さらに下旬は異常な高温となり，著しく生育の促進をみるにいたつた．

しかるに3月29～31日の3日間にわたり，最低−3.8°C* (31日) を含む当時としては異例な 0°C 以下の低温が毎日数時間ずつ続いたため，(第2表，第1図) 当時すでに節間伸長を相当に開始していた早播区では，その幼穂が凍死してその後の生育を停止し，漸次黄化枯死の経過をたどるにいたつた．ただし標準播区においては被害は軽微にして，4月28日の出穂期当時には外観的には見るべき被害を示さなかつた．しかし出穂十数日後に僅少ながら一部に倒伏稈がみられたが，このうちには凍害茎が見出された．(Ⅳ(B)参照)．

* 百葉箱内の最低温度であり，地面近くではさらに 3～4°C 内外は低いとせられている (大谷氏，(1942))．

第1図　昭和33年4月および5月の最高・最低気温

第2表　昭和33年3月および4月の気象
（岡山農業試験場調査）

日付	3月 最高気温	3月 最低気温	3月 平年最高気温	3月 平年最低気温	3月 日照時間	3月 降水量	4月 最高気温	4月 最低気温	4月 平年最高気温	4月 平年最低気温	4月 日照時間	4月 降水量
	°C	°C	°C	°C	時	mm	°C	°C	°C	°C	時	mm
1	8.8	−0.6	10.4	0.7	0.7	0.0	15.6	4.7	16.3	4.0	1.0	—
2	10.5	2.4	10.7	0.9	6.4	—	11.2	6.5	16.4	5.5	—	20.9
3	3.7	−3.5	10.3	0.5	7.4	—	13.1	7.8	16.3	6.3	—	14.7
4	9.9	−2.8	10.7	0.9	7.7	—	18.9	4.5	16.0	5.8	11.1	—
5	4.8	−1.1	10.9	0.8	7.8	—	21.7	8.9	16.1	5.4	10.0	1.0
6	6.3	2.7	10.8	0.8	—	15.3	17.9	12.7	15.8	4.9	—	7.0
7	9.7	0.1	10.7	1.1	3.7	1.1	23.0	14.0	16.2	5.0	8.8	—
8	11.1	2.2	10.6	0.7	6.7	—	19.7	7.7	16.4	5.2	10.3	3.3
9	13.3	−1.0	11.5	1.0	9.9	—	18.4	12.0	17.3	5.9	4.7	—
10	15.5	−0.8	11.0	1.3	9.4	—	16.2	4.9	16.9	6.4	3.6	—
11	10.8	3.2	11.3	1.6	—	4.1	13.3	6.3	16.7	6.5	1.8	—
12	17.4	4.9	11.0	1.6	8.4	—	17.5	2.3	17.6	6.6	9.7	—
13	14.7	4.4	11.4	1.9	1.1	20.2	18.8	7.1	18.2	6.8	7.5	0.0
14	18.8	7.7	11.5	1.7	9.9	—	13.5	2.7	18.0	7.1	9.7	0.0
15	11.6	2.3	11.8	1.8	—	—	15.3	−0.6	18.1	7.0	11.4	—
16	19.0	0.7	11.5	1.5	10.9	—	19.6	3.7	18.9	7.0	7.9	1.3
17	13.4	3.0	11.9	1.6	0.4	11.4	21.1	8.0	19.0	6.7	2.6	36.8
18	14.8	6.8	12.5	1.5	5.8	0.0	17.7	10.3	18.9	7.6	5.7	0.1
19	14.5	1.3	13.1	1.8	9.0	—	18.1	1.0	19.5	8.1	11.6	—
20	18.3	3.1	13.0	2.3	9.0	—	20.2	4.8	19.7	8.5	7.3	0.2
21	17.0	4.1	12.9	2.3	3.4	6.1	20.3	13.2	19.2	9.2	—	21.6
22	17.4	10.0	13.0	2.4	—	3.5	23.4	14.7	19.2	9.0	0.9	13.8
23	20.2	1.2	13.5	3.0	10.7	—	24.2	17.3	19.3	8.2	1.1	3.4
24	22.8	4.8	13.5	3.6	10.0	0.4	25.8	18.3	19.5	8.6	5.8	0.0
25	24.3	5.7	13.7	3.2	—	24.3	23.7	14.3	19.9	9.6	0.3	2.7
26	15.2	8.8	13.6	2.5	—	0.0	24.1	12.5	20.0	9.3	10.7	0.2
27	13.8	3.4	13.7	3.2	5.8	—	15.8	13.7	20.5	9.2	—	4.3
28	8.2	0.2	14.1	3.8	4.1	—	20.0	3.5	20.5	9.4	11.4	—
29	6.7	**−3.5**	14.6	3.5	9.1	—	20.4	9.2	20.3	9.5	4.4	—
30	9.3	**−3.7**	14.7	4.5	6.6	—	21.7	9.3	20.6	9.7	1.4	16.0
31	13.7	**−3.8**	15.1	4.0	8.2	0.0	—	—	—	—	—	—

備考　岡山測候所調査によれば
3月29日　0 °C 以下　23時30分～30日 7 時30分まで
30日　0 °C 以下　22時00分～翌　8 時30分まで
31日　0 °C 以下　23時30分～翌　7 時45分まで

Ⅳ. 凍 害 の 実 態（出穂期当時）

4月下旬には早播区の凍害が顕著になつたのでその実態を調査した．ただし出穂期は標準区の4月28日に対し，早播区では早きは4月中旬にすでに出穂するものがある一面，5月以降になつても遅れ穂の出穂を認めるなど不整を極め，明確な出穂期の判定はできなかつたが，一応4月20～30日の範囲を出穂期間と認めた．

(A) 早播区の被害茎の様相（4月28～29日調査）

4月下旬，標準区の小麦の出穂期当時の早播区の株の茎には健全茎あり，被害茎あり，健全茎中にも出穂開花中のものもあれば穂ばらみ期にも達しない遅発分けつもあり，また被害茎中にも芯枯茎あり，出穂はしたが正常な成熟不能とみられる被害茎があるなど種々雑多な茎を含み，1株内の茎の生育様相の極度の混乱を示している（第2図）．

第2図　低温による被害状況

品種：小麦農林52号
昭和33年4月27日（岡大農園場）
向つて右側：被害の軽微な株
左側：被害の甚しい芯枯れ株

しかし出穂した穂についてはほとんどいずれも正常で，穂自体の凍害症状を示すものは殆んど見当らず，したがつて凍害様相としては芯枯れという単純な被害に要約されるので，この芯枯茎について被害様相を調査した．

1．芯　枯　茎

(イ) 芯枯茎の外貌

草丈 60～70 cm 内外に伸長したまま発育を停止している茎を調べると，抽出状態の新葉は淡緑色となつて萎凋し，その他の葉も淡緑色となると同時に黄色の斑点・線条を生じ，その程度の甚しいものでは褐色壊死部を生じている．

なお葉の先端は枯死を始め，株全体がガサガサした触感を示し生気を失つているが，地際の葉鞘部には殆ど異状は認められない．しかしこの葉鞘を取除いて節間部を取り出してみると，褐変枯凋しているものと，殆んどこのような変色による異状を認めないものとに区分できたので，この両者について調査した．なお両者ともその幼穂は凍死していたのはもちろんである．

(ロ) 褐変枯凋した節間を有する芯枯茎

芯枯茎のうちにはその葉鞘を取除いてみると，地ぎわの部分に当る節間部が褐変枯凋した被害茎がある．この変色節間部の直下の節間並びに直上の節間部にもこの変色が見られず，上下の節を境として判然と変色枯凋節間部が区分される（第3図）．

第3図　芯枯茎の褐変枯凋した節間部（品種：小麦農林52号）

このような褐変枯凋節間を有する芯枯茎についての調査成績を示すと，第3表及び第4図の如くである．

この成績より明らかなように，幼稈長(節間長の総和)は短きは 20 cm 以下のものもあり，長きは 30 cm 以上のものもあるが，20～30 cm のものが多く，被害

第3表　下部節間が褐変枯凋した芯枯れ茎
（幼穂はすべて枯死）品種：小麦農林52号（1958. 4. 27 調査）

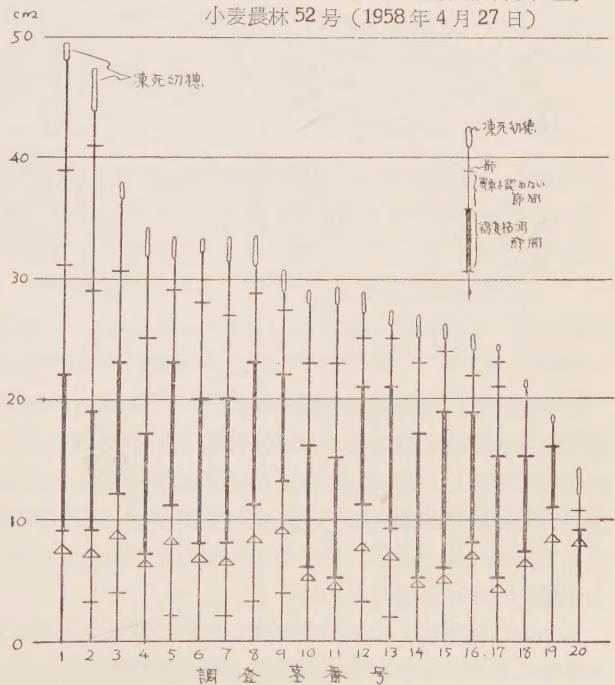
茎番号	草丈	節間長 第1節間	第2節間	第3節間	第4節間	第5節間	第6節間	節間長総計	幼穂長	茎径指数[2)
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1	76	9	**13** [1)	9	8	9	—	48	1.5	10.5
2	72	3	6	**10**	10	12	3	44	3.5	13.6
3	76	4	8	**10**	8	6	—	36	1.5	9.0
4	75	7	**10**	8	7	—	—	32	2.0	20.8
5	79	2	9	**12**	6	3	—	32	1.6	21.5
6	76	8	**12**	8	4	—	—	32	1.0	16.3
7	74	2	6	**12**	7	4	—	31	2.5	16.7
8	80	3	8	**12**	5	3	—	31	1.5	14.4
9	74	4	9	**9**	5	2	—	29	1.5	16.7
10	73	6	**10**	7	5	—	—	28	0.5	14.4
11	73	5	**10**	8	5	—	—	28	1.0	13.6
12	69	3	8	**10**	4	2	—	27	2.0	22.5
13	70	2	7	**12**	4	1	—	26	1.2	20.5
14	75	5	**12**	6	2	—	—	25	3.0	20.5
15	73	6	**13**	5	1	—	—	25	1.0	10.4
16	66	8	**11**	3	2	—	—	24	1.5	22.9
17	72	5	**10**	6	2	1	—	24	0.3	16.0
18	66	7	**8**	5	1	—	—	21	0.5	16.0
19	65	11	**5**	2	—	—	—	18	0.5	16.5
20	60	**9**	2	1	—	—	—	12	2.3	13.0

備考　(1) 太字はこの節位において節間部が褐変枯凋しているもの．
(2) 茎径指数は，根もとの第1または第2節間のうち，太い方の節間の長茎と短茎の積をもつて示す．

部位は20例中最下部節間に被害を示した1例を除いて第2節間が最も多く，第3節間がこれに次いでいる．ただしこの第3節間被害の場合は，その第1節間はいずれも2～3 cm 内外の短いものが多い．

なお茎の根もとの太さの変異の幅はかなり広いが，その太いものは主稈ないしは発生の早い第1次分けつであつたことが推定せられた．

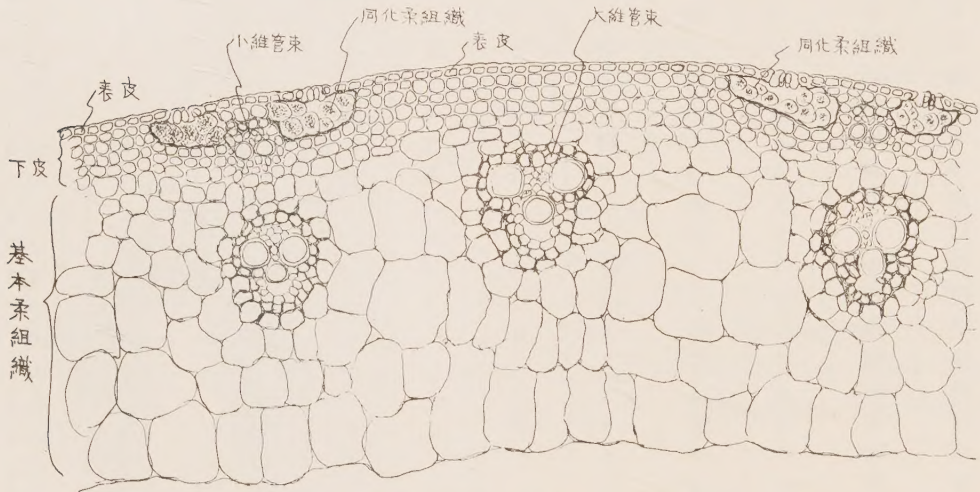
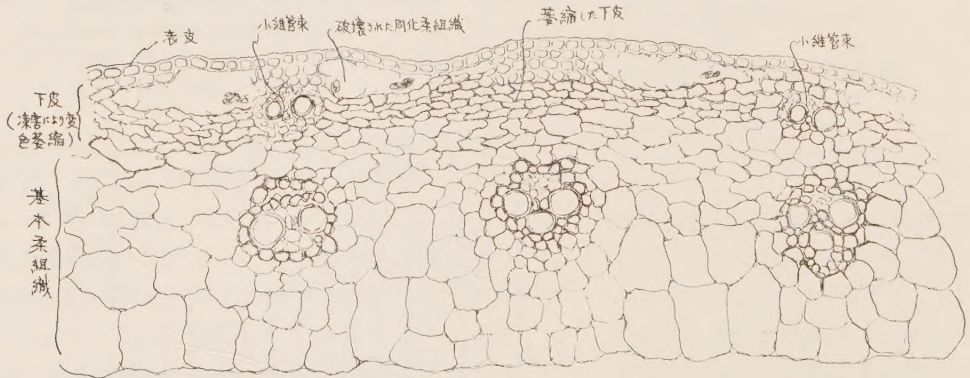
なおこの芯枯茎の地際の部分に印をつけて調査したところ，地中に埋没された節間には異常はなく，地表面上に現われた最初の節間部に，こ

第4図　芯枯茎の被害状況（節間部の褐変枯凋した茎）
小麦農林52号（1958年4月27日）

備考：(1) △印は地際を示し，これより上部は地上に現われる
(2) 幼穂は全茎凍死している

の変色萎凋節間のあることが確められた．

なおこの褐変枯凋節間を有する芯枯茎は正常な葉鞘に固く包まれているためと，これにかかる荷重が軽いために倒伏することは少ない．

この褐変枯凋節間の組織と健全稈の組織とを検鏡比較すると第5，6図の通りである．

第5図　健全稈の節間の組織
小麦農林52号

第6図　凍害による褐変枯凋した節間の組織
小麦農林52号

まず健全な稈の節間部の組織は表皮，下皮 (hypoderm)，葉緑素を有する同化柔組織，葉緑体を含まない基本柔組織および維管束よりなつている．下皮は表皮直下にある機械的組織で，その細胞は肥厚し，弾力性に富んだ厚膜組織である．この下皮中に表皮に接して小型の維管束が縦走し，その両側に緑色の同化組織が並存する．その下の部分には葉緑体を含まないで細胞膜のきわめて薄い大形の細胞が稈の中空の部分まで数層ならび，その組織内に大形の維管束がほぼ一定の距離をおいて縦走している．

しかるに凍害によつて褐色萎凋した節間部はまず同化柔組織は自滅して空腔となり，下皮の厚膜組織はあたかも押しつぶされたように萎縮褐変し，この細胞の萎縮は基本柔組織の一部に及んでいる．ただしこの変色枯死部には病菌その他の異物はみられず，また導管についても外観的に

は異状が認められなかつた．

(ハ) **伸長節間に褐変などの変色した節間を有しない芯枯茎**

外観的には前記の褐変枯凋節間を有する芯枯茎とは殆んど見分けがつかないが，節間に変色枯凋部を有しない芯枯茎がある．たゞ全伸長節間長の短かいものにこの症状が多く，また凍死幼穂の長さも 10mm 以下のものが多く，したがつて前記褐変枯凋茎の幼穂より数mm短かいものが多い傾向があるが，大差のないものもある．

このように変色は認められないが，前記褐変枯凋節間に相当する節間は光沢を失い，表面にチリメン状の皺を生じて萎凋し，全く生気を失して白色となり，またこれを取り囲む葉鞘も淡緑黄化して水分を失い，生活機能の喪失がみられる．

次にこの萎靡した被害節間を検鏡すると，前記褐変枯凋茎の被害状況と類似しているがその程度はやや軽い．すなわち同化柔組織は自滅して空腔となつているものが多く，下皮の厚膜細胞組織もやや萎縮しているが変色は認められない．また維管束については異状がみられないことは変色茎の場合と同様である．

2．凍害茎にして穂ばらみまたは出穂した茎

(イ) **穂ばらみに達した凍害茎**

凍害茎にしてその後も節間伸長を緩慢ながら継続し，外見的に穂ばらみ類似の様相に達した茎を指すので，その後の生長は停頓し，これらの幼穂はすべて凍死しているので幼穂の伸長は来していない．これらの茎も結局はそのまま枯死するので，芯枯茎に編入されるべきものである．

しかしこれらの茎の節間部の被害状況は前記芯枯茎の場合に比べて必ずしも軽くはなく，地ぎわ部に当つた節間が褐変枯凋したものと，変色はしていないが褪色萎凋しているものとに区分できる．

したがつてこれらの穂ばらみ茎は前記芯枯茎に対し，凍害当時の生育程度の相違かその他の原因によつて被害節間より上位の節の生長点の被害が多少軽くてすみ，その後の稈のみの生長が続けられてこの時期にまで達したものと考えられる．

(ロ) **出穂した凍害茎**

一見して正常の出穂稈と見分けがつかないが，その根ぎわの節間は完全に褐変枯凋しているものがある．したがつて節間に被害を受けたが幼穂の凍害を免れた一群の茎がこれに属する．この茎は外観的には茎葉や穂には被害らしい変色などの異常は認められないが，しかし例外なく地ぎわの被害節間部位より屈折倒靡倒伏して，稈の節部にて曲りくねつているのが特長である．

従つてこのような出穂稈の倒伏被害の状況は，麦類株腐病の被害様相に極めて似たものであるが，しかし同病ではまず根ぎわの葉鞘部に最初に特有の病斑を作り，これが拡大してその部に接触する茎に伝染侵入するのに対し，この凍害茎はこれと反対に葉鞘部には全然被害が認められないのに，それに内包される節間が褐変枯死している点に著しい差が認められる．また凍害茎では株腐病の場合と異なつて，その後の伝染による被害の拡大のないのはもちろんである．

なおこれらの出穂被害茎は例外なく穂の稔実とともに倒伏するので，収量的には正常穂と同等の期待はかけられない．

3．凍 死 幼 穂 長

既述した芯枯茎について凍死幼穂長を調査した結果，第4表の成績を得た．

すなわち凍死幼穂の調査総数75例のうち，2cm以下のもの約76%の過半数を占め，そのうち1c

m以下のものは総数に対し42%の多数であり，この程度に伸長した穂に著しい凍害を受けたことが推定できる．しかし凍害と幼穂の長さとの関係において，これより小さい幼穂では，その着生する茎の節間の伸長も短かく，低温遭遇当時なお地中にあつて土壌の被覆によつて保護せられて凍害を免れたものと考えられる．

第4表　凍死幼穂の長さ

品種：小麦農林52号　(1958年5月)

	凍死幼穂長						
	0～1[1]	1～2	2～3	3～4	4～5	5～6 cm	計
実数	32	25	12	3	2	1	75
百分率	42.7%	33.3%	16.0%	4.0%	2.7%	1.3%	100%

(1)　5mm内外以上のものが過半である．

4. 健全茎

早播区にも茎葉に全然被害の認められない健全茎があるが，その生育程度には各種各様のものを含み，すでに開花を終り登熟中のものもある一方，開花中のもの，穂ばらみ期のものもあり，生育歩調の乱れが極めて著しい．

(B)　標準播区の被害茎の様相

早播区の被害に対し，標準播区は5月1～2日頃には穂揃期に達し外観的には異常稈は認められなかつたが，早播区同様の調査の結果，この区にも意外に凍害の発生していることが判明した．その調査成績は第5表の通りにて，早播区同様の節間褐変枯凋茎ならびに節間褪色萎凋茎が並存した．

この成績と早播区の芯枯茎の成績を比較すると，本区の方が一般に節間数少なく，節間総長も短かく，また凍死幼穂長もすべて数mmで短小なことが判明した．これによつても凍害

第5表　標準区の芯枯茎

品種：小麦農林52号　(1958年4月30日調査)

	草丈	節間長				節間長総計	幼穂長(凍死)	茎径指数
		第1節間	第2節間	第3節間	第4節間			
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
節間褐変枯凋	53	6	**10**	5	2	23	0.6	10.8
	59	**10**	7	3	—	20	0.6	19.2
	52	3	**10**	5	1	19	0.5	13.1
	68	5	**8**	4	1	18	0.4	10.4
	59	3	**10**	4	1	18	0.4	6.8
	60	**9**	5	3	—	17	0.5	16.2
	57	**9**	5	1	—	15	0.4	9.9
	53	**11**	3	1	—	15	0.5	12.8
	54	**10**	3	1	—	14	0.4	13.9
	45	2	**8**	2	1	13	0.3	11.4
節間褪色萎凋	72	6	8	8	4	26	0.5	15.4
	69	12	9	4	—	25	0.9	12.3
	62	10	7	5	2	24	0.4	12.8
	68	5	10	6	—	21	0.6	10.8
	55	7	7	3	—	17	0.2	11.7
	60	7	8	2	—	17	0.5	8.3
	58	8	6	3	—	17	0.4	12.2
	58	9	5	2	—	16	0.5	12.2
	54	7	6	1	—	14	0.3	9.5
	53	7	6	1	—	14	0.3	5.8

備考　ゴヂツク体は褐変枯凋節間を示す．
　　　数字下の……は褪色萎凋節間を示す．

当時の生育について，早播区の促進程度の一端を察知することができる．

同時に参考のために出穂稈の調査成績を示すと第6表の通りで，正常稈では節数も多く伸長も正常であるが，この出穂稈中にも少数ながら褐変枯凋した凍害茎が見出された．ただしこの稈は現状においては稈基部の葉鞘を取り除いてはじめて確認できるので，外見的には判然としないものである．

なお登熟後期には，この稈は例外なく倒伏するので判然と認識できることになる．

第6表　標準区の出穂稈

品種：小麦農林52号　(1958年4月30日調査)

	草丈	節間長						節間長総計	幼穂長	茎径指数
		第1節間	第2節間	第3節間	第4節間	第5節間	第6節間			
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
正常稈	106	12	14	23	26	(22)	—	97	11.0	13.7
	112	6	13	17	29	30	—	95	11.0	17.6
	97	8	11	19	26	(25)	—	89	10.5	14.7
	95	5	8	11	26	33	—	83	10.0	16.7
	93	6	9	9	26	32	—	83	9.0	17.0
	92	10	13	25	32	—	—	80	11.5	18.2
	95	5	14	18	23	(19)	—	79	7.0	10.5
	91	9	10	23	35	—	—	77	10.0	18.8
被害稈	93	**8**	7	11	26	23	—	84	9.0	15.1
	80	3	**10**	7	7	18	30	70	7.5	12.2
	79	5	**10**	8	19	25	—	67	6.5	13.5

備考　(　)内数字は伸長中の節間長を示す．ゴヂツク体は褐変枯凋節間を示す．

(C)　**被害（凍害）茎歩合**

5月1日現在において早播区および標準区における凍害による被害歩合を調査した結果，第7表の成績を得た．

第7表　凍害による被害茎歩合

小麦農林52号　(1958年5月1日調査)　4区平均　(岡大農学部)

播種早晩	茎稈区分							遅発分けつ	調査茎(稈)数(1区平均)
	芯枯茎(幼穂凍死)			出穂稈					
	茎被害多	同中	同少	茎被害多	同中	同少	同無		
1 早播区	19.0本	11.0本	25.5本	2.8本	3.5本	5.8本	18.0本	28.5本	114本
	16.7%	9.6%	22.4%	2.5%	3.1%	5.1%	15.8%	25.0%	100%
	48.7%			26.5%					
2 標準区	3.3本	15.5本	8.0本	—	3.8本	6.5本	68.0本	20.0本	125本
	2.6%	12.4%	6.4%	—	3.0%	5.2%	54.4%	16.0%	100%
	21.4%			62.6%					

備考　被害多：節間の褐変枯凋したもの．
　〃　中：　〃　やゝ褐変し萎凋したもの．
　〃　少：　〃　変色はしないが萎凋したもの．

1. 早 播 区

この調査方法は，早播区については任意に4個所よりおのおの110～120茎の試料を抜き取り，まず芯枯茎と出穂茎と遅発分けつとに区分し，そのおのおのの茎につき葉鞘を除いて節間が褐変枯凋した茎を被害「多」，これより被害程度が軽く多少淡褐色となり萎凋したものを被害「中」，茎に褐変部は認めないが節間に褪色萎凋した茎を被害「少」と格付してその比率を求めた．なおこれらの芯枯茎での幼穂はすべて凍死しているものである．

次に出穂稈についても同様の調査格付を行つた．また遅発分けつはいずれも濃緑色を呈し，草丈約60～90 cm，伸長節間長20 cm前後より30 cm前後，幼穂長1～2 cmで茎は細く，出穂するとしても遅れ穂か無効分けつとなるものを計上してある（第7表1）．

2. 標 準 播 区

当区は外観的には異常はみられないが，早播区同様の調査を行うと，21％（第7表2）に及ぶ芯枯茎を認めた．

なお当時出穂稈は総茎数の63％で遅発分けつの一部も今後有効化が見込まれるので有効茎歩合は更に高くなるものと考えられる．

(D) 凍害茎の節間長の異常

変色枯凋節間を有する茎について，被害節間直上の節位の節間が短いことが認められ，この異常に関して調査を試みた．

ここに第2節間が褐変枯凋し，その直上の節間の伸長が一応完了している茎を対象とし，この両節間長の間の比率と正常稈の同一節間長との間の比率とを比較して第8表の成績を得た．

この成績によれば，芯枯茎の褐変萎凋節間（第2節）とその直上の第3節間長との比率は64％に対し，正常稈での比率では124％である．これは節間（第2節）の凍害に伴つてその上位の節間（第3節間）の伸長阻害によるもので，凍害茎の様相の1つの特長をなすものと考えられる．

第8表 変色枯凋（凍害）節間長とその直上の節間長との関係

品種：小麦農林52号

	第2節間長（変色枯凋）(1)	第3節間長 (2)	(2)/(1)	平 均
芯枯茎	cm 10.0	cm 8.0	% 88	64.0%
	10.3	8.2	80	
	12.0	8.5	71	
	13.0	9.0	69	
	13.2	5.7	43	
	10.5	7.5	71	
	11.7	3.8	36	
	12.9	10.9	84	
	12.0	6.0	50	
	10.9	5.2	48	
正常茎	12.0	13.0	108	124.4%
	10.2	11.5	113	
	9.5	11.5	121	
	17.2	17.7	103	
	11.0	19.5	177	
	7.3	7.3	100	
	13.5	18.0	133	
	10.9	13.8	127	
	11.8	12.0	102	
	7.5	13.0	160	

V. 凍害茎と健全茎との水分通導性

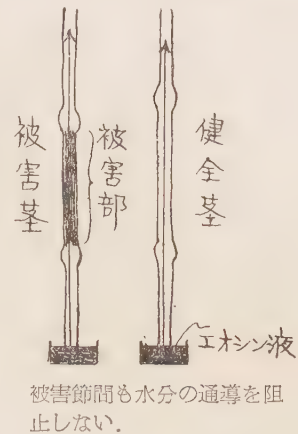
前述のように凍害茎のうちには節間が褐変枯凋して著しい被害様相を示すにかかわらず，普通に出穂する茎のある事実より，この褐変枯凋節間部が上位の節間伸長や凍死を免れた幼穂の生長を甚しくは阻害するものでないことが推定せられる．この事実は次の試験によつても確かめられた．

即ち1節間が完全に褐変枯凋してその上下の節間に異状を認めない茎を10茎選出し，その被

害節間を中央に入れて茎長25cmに切り，その一端をエオシン1％水溶液に挿入し，この溶液の上昇状況について無被害茎と比較した．その結果，約2時間後に調査するに，エオシン色素は被害茎，健全茎ともに最上端まで茎内の全維管束を通じて上昇し（第7図），一方この着色茎を検鏡して色素が茎内の全維管束を通じてのみ上昇していることを確かめた．この事実は更に被害の軽少な茎についても同様であり，被害程度の相違による大した影響は認められなかつた．なお病菌などによつて侵害された茎はこの水分通導はみられない．

第7図　被害節間の有無と水分の通導

被害節間も水分の通導を阻止しない．

この方法によつて褐変枯凋した被害節間にあつても，その通導水分量の多寡については不明であるが，その全維管束の水分の通導機能は大した支障もなく行われていることが判明し，これによつて褐変枯凋節間を有していても幼穂が凍死していない場合には出穂し，また幼穂凍死の芯枯茎が枯死状態に移行することの意外に緩慢である理由を明らかにするものである．もつとも凍害茎で出穂したものは，登熟の進むに従つて被害部より折損倒伏するので，正常な成熟は望むべくもないことは前述した．

VI．早播（凍害）区と標準区との成熟当時の生育状況

早播（凍害）区の成熟当時の生育は標準播区に比べて，凍害による幼穂枯死にともなう芯枯茎の発生によつて順調な生育体制に混乱を生じ，すべての形質が不整不調になる．その状況を標準区の収穫期（6月8日）を基準として約8日前の黄熟前期の状況にて穂数，稈長，穂長および穂重にて示すと次の通りである．

まず穂数については第9表の通りで，芯枯れおよび遅発の無効分けつは総茎数の54％に達した．

これに反して標準区にあつても無効茎歩合は18％であつたが，出穂した穂は少数の倒伏茎を除いて正常な登熟過程中のものであつた．なお本表は第7表と比較すると標準区において正常穂の歩合が大幅に増加しているが，これは一部遅播分けつの有効化と前回の調査誤差と考えられる．

第9表　早播（凍害）区と標準播区との穂数
品種：小麦農林52号；畦長1.2m間
2区平均　(1958年6月1日現在)

	穂数（正常穂）	芯枯茎	遅発分けつ	穂を含む総茎数
標準播区	262本	44本	12本	318本
		56本		
	82%	18%		100%
早播(凍害)区	234本（遅れ穂を含む）	205本	70本	509本
		275本		
	46%	54%		100%

備考　(1) 遅発分けつは当時未出穂の無効分けつを計上した．
(2) 成熟期は標準播区6月8日；早播（凍害）区は穂別の熟度不整にて，成熟期不明．6月15日に刈取つた．

次にこれらの穂の登熟様相を1穂ずつの風乾重にて示すと第10表Ⅲおよび第9図の通りである．これは未成熟穂であるが，標準区の約15.5grに比して早播（凍害）区では7.5grで半分に過ぎない．

また穂については標準区では成熟前約10日前であり，早播（凍害）区にあつては出穂日の大幅な不同により，早期出穂のものはすでに成熟期に近いものがあるのに対し，その過半を占める

遅れ穂ではようやく乳熟期に入る程度のものもあり，不同不整を極めている．特に1穂当り9 gr以下の穂重のものは，標準区では15 %に過ぎないのに対し，早播（凍害）区では72 %を占めることによつても，登熟遅延の様相が推定できる．

第10表　早播（凍害）区と標準播区との稈長・穂長および穂重

（1958年6月1日現在）

I．稈　長　(cm)

	25		35		45		55		65		75		85		95		105		115	計	平均
標準播区										4		14		42		96		44		200	cm 98.1**
早播（凍害）区				7		25		33		53		47		26		9				200	71.1

II．穂　長　(cm)

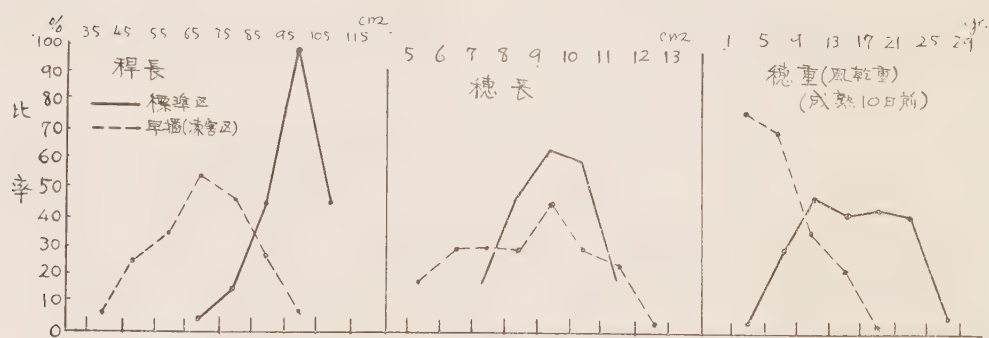
	5		6		7		8		9		10		11		12		13	計	平均
標準播区						16		46		61		59		18				200	cm 9.6**
早播（凍害）区		19		29		29		27		45		29		21		1		200	8.6

III．穂　重（風乾重）(gr.)

	1		5		9		13		17		21		25		29	計	平均
標準播区		2		28		46		40		41		39		4		200	gr. 15.5**
早播（凍害）区		75		69		33		21		2						200	7.5

備考　I，II，IIIとも1 %水準にて標準播区と早播区との間に有意性が認められる．

第8図　早播（凍害）区と標準区との稈長・穂長・粒重の比較

（各区200穂）（1958年6月1日現在）

また稈長については標準区の平均稈長98.1 cmに対し，早播区は極めて短稈となり，かつその分布範囲も大幅である．これは正常な長稈となるべき稈が夭折し，あるいは夭折しないまでも凍害によつて稈の伸長が抑えられたものや遅れ穂にて占められるためである．

穂長については標準区は平均9.6 cmに対し，早播区では8.6 cmで短く，その長短の幅も極めて広く，甚しい不同を示している．

VII. 成熟期と収量

A. 成　熟　期

標準区が一斉に成熟期に達しても，早播区では出穂期の不整，遅れ穂の発生，倒伏などに伴い，その成熟も極端に不整となり，正確な成熟期の判定を行うことができなかつたが，一応成熟期を標準区6月8日；早播（凍害）区6月10～14日（ただし多数の未熟穂を包含する）と判定した.

B. 収　　量

両区の収量は第11表の通りで大体の見当を付ける程度であるが，標準区では 10 a 当り 587 ℓ（反当3.23石）に対し，早播区では 10 a 当り 291 ℓ（反当1.60石）となり，まさに半減し，同時に1000粒重の低下は品質低下をもたらして量，質ともに著しい損害をもたらした.

第11表　早播（凍害）区と標準播区との収量比較
（1958年6月）

	10アール当収量		1 ℓ 重	1000粒重	品質
標準播区	439.18kg (反当116.15貫)	587.50 ℓ (反当 3.23石)	747.5g (1升 359.6匁)	31.2g	上　下
早播（凍害）区	210.53kg (反当 55.68貫)	291.02 ℓ (反当 1.60石)	723.4g (1升 348.0匁)	27.4g	中　下

備考　5カ所坪刈による収量調査.

VIII. 考　　察

春季における麦の凍害の一事例として，ここに述べた小麦農林52号の凍害は，主として幼穂の凍死による芯枯茎を主体とするもので，出穂した穂についてはほとんど異常を認めず，また芯枯茎以外の茎葉にも外観的な著しい変調は認められず，凍害様相としては比較的単調な被害に要約されるところに特長があつた.

まず春季の凍害による幼穂凍死に関し，三宅氏等（1938）は1穂全体が被害を蒙るのは概して生育の初期で，ある程度生育した後（穎花分化終期）は余程の低温でない限り全穂に被害は現われないのが普通であると述べ，大谷氏（1942）は凍害は小穂の始原体が形成せられ，発育の早い穎花に於ては内外穎及び雌雄蕊の分化期に入つた頃（幼穂長2～5 mm 位）に凍害にかかりやすいと報じ，高橋氏（1956）も幼穂長約1.5～2 mm（末次氏の小穂分化後期）以上になると凍死しやすくなること，また幼穂が20～30 mm も伸長すると幼穂全体が枯死するよりむしろ1穂中の弱い部分のみが枯死するものが多くなると述べている．著者等の調査によつても，凍死幼穂の長さは75例中，2 cm 以下のものが76 %を占め，このうち 5 mm 内外を主とする1 cm 以下のものが42 %を占め，前記報告と矛盾するものでない.

なお標準播区にも出穂当時の調査では21 %に及ぶ芯枯茎がみられたが，これらは早播区に比べて節間の長さも短かく，凍死幼穂も数mm以下の短いものが多いことが判明し，早播区より生育過程のさらに若い段階に被害のあつたことを推定させた.

幼穂が凍死して芯枯茎となつた茎の外観上の被害状況は，茎は伸長が停止して漸次茎葉は淡色となり，最後に黄化するので被害の多い圃場は全体が黄色の外観を示すようになるが，なお生機を保ちつつこの間約30日は経過する．その時期にそれほど異常を認めない地ぎわの葉鞘を除

くと，その節間部が褐変枯凋し，特有の被害を見出すことができる．

なおこの被害節間は普通は地表面に現われた最初の1つの節間のみの被害に限られ，その上下には異状を認めない．またこれほど被害の甚しくない場合は，節間部は光沢を失い白色となり，チリメン状のしわを生じて萎凋する．

この褐色枯凋部を検鏡すると，表皮の下にある葉緑素を含む同化組織は自滅して空腔となり，厚膜組織は褐変萎縮し，これを取りかこむ葉鞘によつて僅かに直立体制を保つている．しかしこの被害部の維管束の機能には異常がなく，養水分の通導に甚しい支障をもたらさないことが芯枯茎がその節間に甚しい褐変枯凋節間を介在しているにかかわらず，30日前後も枯凋することもなく生気を保つことのできる原因となつていることが推定できる．

また稀に節間部に著しい凍害を蒙りながら幼穂の凍死を免れたものでは，外観的には大した異常なく伸長出穂するが，これも養水分の通導に支障がないためである．この事実に関し，大谷氏（1942）は出穂直前の凍害によつて穂首直下の節間が葉緑素の形成を欠き白色化したものでも，その維管束はなお生機を有して穂は萎凋しないと述べ，高橋氏（1956）も同様の事実を述べている．この事実は本例記述のように甚しい褐変枯凋節間においてもあてはまる事実であることが判明し，凍害の特長の一つと考えられる．しかし節間部に甚しい凍害を受けた出穂稈も，その後被害部より倒伏し粒充実を阻害する．

なお凍害茎の節間長について，褐変萎凋節間とその上方の節間長との比率は正常稈の比率に対して小となつている．このような現象は凍害を蒙つた節間自体は，その伸長は阻害されるが，それより上方の節に移つていた生長点の機能が保全されたため，節間伸長は無被害茎に比すると緩慢ではあるが，なお順次継続して伸長し，しかも水分通導が依然行われるため，このような伸長様相をもたらしたものと考えられる．

次に以上に述べたように芯枯れにより分けつ体系は極度に乱され，稈長，穂長，穂重などの諸形質に大幅な変異をきたし，各穂の登熟程度は不斉となり，成熟期も確定できず，著しい減収をもたらすもので，本事例ではまさに収量は半減し，千粒重も軽く，品質も低下した．

最後にこのような凍害を蒙つてからの対策としては，適当なものを見出す余地はないが，予め打つべき対策としては小麦農林52号のように春播性程度のやや高い，特に感温性のやや高い品種では常に過度の早播を避け，また暖冬年の早立傾向を認めた場合には踏圧を行い，一方充分な土入れによつて株際を保護すると同時に，施肥については窒素肥料の施用に意を用い，また追肥についても窒素肥料の過用を避けるなどが考えられる．

IX．摘　　要

(1) 本調査は昭和33年3月29～31日の3日間にわたり，最低 −3.8°C（31日）に及ぶ0°C以下の当時としては異常な低温に数時間ずつ遭遇したことによつて，早播の小麦農林52号に収量半減に及ぶ甚大な被害を蒙つたが，この被害様相につき調査を行つた．

(2) 凍死幼穂の長さは 2 cm 以下のものが約 76 %の過半を占め，そのうち数 mm 内外から 1 cm 以下のものが 42 %を占めた．

(3) この凍害による芯枯茎では，その茎の基部の葉鞘を取除いて伸長節間を調べると，地表面に現われた最初の節間に凍害の表徴が現われる．その表徴の甚しいものは，この1節間のみが黒褐色に変じて枯凋し，軽度のものは変色はしないがチリメン状のしわを生じて萎凋している．

(4) 凍害を受けて変色枯凋した被害の甚しい節間部は，その表皮下の同化組織は自滅して空腔となり，厚膜組織が褐変萎凋し，被害軽度のものは組織の変色は見られないが被害状況は同様で

ある．ただし維管束には異常がみられず，養水分の通導にはほとんど支障が認められないことは，色素液を自由に通導することによつて判明した．この事実は芯枯茎の枯死への移行がきわめて緩慢であることの理由となり，また幼穂が凍死を免れている場合は，節間に甚しい凍害を受けていてもその上部の節間は伸長し，正常な穂が出穂してくる理由となる．

(5)　健全茎では下位の節間長に比してその直上の節間長が長いが，芯枯茎では被害節間長に対してその直上の節間部は必ず短縮している．これは凍害をうけても被害節間部より上の節に移つていた生長点の機能が残存したため，一方養水分の通導は阻害されないので，緩慢かつ不完全ながら順次伸長してこのような様相を示したものと考えられる．

(6)　芯枯によつて生育体系が攪乱せられ，無効分けつの有効化，分けつの遅発が続き，芯枯茎を含む総茎数はむしろ増したが，稈長，穂長，穂重に大幅な変異を生じ，出穂期，成熟期の明確な判定を下せないような生育様相を示した．

(7)　この事例では収量は半減，千粒重の低下，品質悪化の損害をもたらした．

参　考　文　献

1）三宅瑞穂，末次勲（1938）：農業及び園芸，**13**巻，6号．
2）大谷義雄（1941）：農業及び園芸，**16**巻，8号．
3）大谷義雄（1942）：農業及び園芸，**17**巻，3，4号．
4）農林省農業改良局（1950）：昭和24年暖冬資料集成．
5）多田勲，丸山肇（1954）：農業及び園芸，**29**巻，9号．
6）高橋行雄（1956）：農業技術，**11**巻，11号．

岡山県並びにその附近の野生薄荷に関する研究

（第1報）福山市附近で採集した一栄養系とその人為4倍体について *

宇 渡 清 六・池 田 長 守

Studies on Wild Mint which grows in Okayama Prefecture and its Vicinity.

I. A Clone Collected in the Suburbs of Hukuyama-city and its Induced Tetraploid Plant.

Seiroku UDO and Nagamori IKEDA

Several kinds of mint grow wild in Japan. They are either natives or naturalized races from abroad, or hybrid between them. The authors have collected several wild mints in Okayama and its neighbouring prefectures to use them as the materials for breeding in order to improve cultivated Japanese-mints. In this paper, the authors propose to introduce a clone named 〔57〕 which was collected in the suburbs of Hukuyama-city, together with its induced tetraploid clone 〔C_1 57〕, as they are interesting cytogenetically, and also the authors want to discuss about their origin.

The clone 〔57〕 closely resembles morphologically to F_1's which were raised by the authors, by means of artificial hybridization between *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (cultivated Japanese-mint) and *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH. (wild crisp mint). Physicochemical properties and chemical component of essential oil in 〔57〕 also resemble to those in the artificial hybrids. 〔57〕 has just the same number, 72 of chromosomes in somatic cells as the artificial F_1's have. Also 〔57〕 is sterile and bears no seeds just like the artificial F_1's. From the facts above mentioned, 〔57〕 is considered to be a natural interspecific hybrid, and the cultivated Japanese-mint (2n=96) and the wild crisp mint (2n=48) which grow nearby will probably be the parents of 〔57〕 as they are the parents of the artificial hybrids F_1's.

Professor H. HARA of Tokyo University has previously identified the clone 〔57〕 with *M. gentilis* L. var. *cardiaca* BRIQ. *M. gentilis* L. has been considered to be a natural interspecific hybrid between *M. arvensis* L. and *M. spicata* L. in Europe. The authors cannot suppose that 〔57〕 is *M. gentilis* that has been imported from abroad. Probably it is a hybrid equivalent to *M. gentilis* which was newly born in Japan. It is doubtful, therefore, whether 〔57〕 is identical to *M. gentilis* L. itself from Europe. At MI of PMC's, 〔57〕 shows complicated pairings of homologous chromosomes. That is, tetravalent chromosomes can be seen besides bivalent and univalent ones which are visible at MI of PMC's in the artificial hybrids F_1's, obtained by the authors. Consequently, though 〔57〕 is considered to be a natural interspecific hybrid, it is not a simple hybrid like the artificial hybrids F_1's mentioned above, but it is a survival, the authors suppose, which survived through complicated processes as elimination or duplication of chromosomes at the time of hybridization or at a certain stage after hybridization.

〔C_1 57〕 is an induced tetraploid clone which has been raised by colchicine treatment

* 本研究の要旨は昭和33年（1958）10月日本育種学会第14回講演会において発表した。

from 〔57〕. 〔C_1 57〕 has 144 chromosomes in somatic cells, and resembles morphologically to 〔57〕, but has the characters of polyploid plant. Chromosome configurations at MI of PMC's are more complicated than those in 〔57〕 (Table 8). Polyvalent chromosomes of high degrees occur rather rarely in the polyploid plant of *Mentha* as in the case of other polyploid plants. No octavalent chromosomes appear and the number of tetravalent chromosomes is less than the expected number at MI of PMC's in 〔C_1 57〕. About 12 trivalent chromosomes and as many univalent chromosomes are also seen at MI. These trivalent chromosomes are supposed to be homologous to univalent ones which ought to build tetravalent ones, for chromosomes which have no homologous ones cannot be expected to exist in the polyploid plant which is produced by duplication of chromosomes as 〔C_1 57〕. The authors cannot explain the reason why they build trivalents and univalents instead of tetravalents or bivalents which are seen usually in the case where four homologous chromosomes exist. At any rate, it suggests inevitably that polyvalent chromosomes of high degrees occur rather rarely. 〔C_1 57〕 bears some seeds by open pollination. This recovery of fertility is one of the characteristics of amphidiploid. From this fact too, 〔57〕 is proved to be an interspecific hybrid.

I. 緒　　　言

我が国には野生薄荷として，ヒメハツカ (*Mentha japonica* MAKINO)，エゾハツカ (*M. arvensis* L. var. *sachalinensis* BRLQ.) 等があり，又栽培日本薄荷 (*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.) も野生するといわれる.[9] 帰化種としてはオランダハツカ (*M. spicata* L. var. *crispa* BENTH.) があり，又久内 (1950)[8] はその外にも若干種をあげている．筆者等も育種素材として，岡山県下及びその附近で野生薄荷の採集に勉め，既に数種類を得たが，ここに細胞遺伝学的に興味のある一栄養系とその人為4倍体とを紹介し，併せてその起原について考察を試み度い.

II. 実験材料及び方法

本実験に使用した材料は昭和28年広島県福山市近郊の小川の畔で採集し，〔57〕なる番号を附して研究室に保存する栄養系である．又その幼芽の生長点に0.5％のコルヒチン・ラノリン軟膏を塗布して染色体数を倍化し，圧条によつて倍化部分を独立せしめて人為4倍体栄養系〔C_1 57〕を得た．本報告において減数分裂の観察は花粉母細胞によつた．染色体の固定，観察や，精油成分の定量は既報[5][7]の方法と同じである.

III. 観　察　結　果

(1) 栄 養 系〔57〕

全株無毛，茎は直立，茎，葉脈，葉縁はアントキアンの為に褐色乃至紫色に着色する．葉は長楕円形，鋭頭，円又は鋭脚，脈稍深く，有柄．繁殖茎は半地下性，輪繖花序腋出，葉は梢端近くまで退化しないが，花期の終に近づくと短小となり，梢端では花序の陰にかくれる．開花期は薄荷属中では早く，6月下旬に開花を始める．花色は白色に近い淡赤紫色，雄蕋は短小，葯は萎縮して白色乃至黄褐色を呈し，内容空虚，放任すると種子を生じない．茎葉にはオランダハツカに似た不快臭がある．精油の主成分は不飽和ケトン（約45％）で，遊離メントールは（三井法で定量して得られた値を全部メントールと仮定して算出すれば）約28％含まれる(第1表)．精油の物理化学的性質は第2表に示す．大多数の葯では PMC が退化して減数分裂が観察出来なか

Table 1. Chemical Component of Essential Oils.

No. of stock	% of essential oil from fresh herb	Free menthol content *** %	Ester content, calculated as menthyl acetate %	Menthone content %	Unsaturated ketone content vol. %
〔57〕*	0.256	27.66	13.56	15.96	44.50
〔$C_1$57〕**	0.055	56.97	—	—	—

* original stock. ** induced tetraploid stock. *** calculated as free menthol all the substances acquired by Mitsui's method of quantitative analysis.

Table 2. Physicochemical Properties of Essential Oil.

No. of stock	Specific viscosity η^{25}	Specific gravity d^{25}_{4}	Specific rotation $[\alpha]_D$	Refractive index n_D
〔57〕	1.4904	0.8967	− 68.42	1.4865

つた．併し若干の葯には MI が観察された．MI の観察される葯においても，後，末期や第II分裂以降は核の内容が萎縮，崩解して観察が困難であつた．PMC の MI における染色体の接合は非常に複雑で35の像において $(2\sim6)_{IV}+(4\sim12)_{II}+(36\sim48)_{I}$ (2〜6 個の4価染色体，4〜12個の2価染色体及び36〜48個の1価染色体) が観察された．そのうち約3分の1の12の像で$3_{IV}+6_{II}+48_{I}$ を示し，これが基準の型と考えられる（第8表）．体細胞染色体数は72であつた．

Table 3. Dimensions of Leaves.

No. of stock	Length	Width	Length / Width
	mm	mm	mm
〔57〕	45.34 ± 0.54 (100)	19.80 ± 0.29 (100)	2.29 ± 0.05 (100)
〔$C_1$57〕	39.40 ± 0.37 (87)	24.38 ± 0.36 (123)	1.62 ± 0.03 (71)

( ) ratio compared with original stock.

Table 4. Dimensions and Distribution of Guard Cells of Stomata.

No. of stock	Length (15×40)	Width (15×40)	No. per visual field (15×40)
〔57〕	10.12* ± 0.09 (100)	5.08* ± 0.08 (100)	8.05 ± 0.35 (100)
〔$C_1$57〕	15.94 ± 0.14 (159)	7.23 ± 0.10 (142)	5.84 ± 0.35 (72)

* 1 unit≒2.88μ

(2) 人為4倍体栄養系〔C_1 57〕

節間が短いために草丈は〔57〕より低い．葉は濃緑色で，淡緑色の斑をまじえ，巾広く，丸味を帯び（第3表），稍皺曲し倍数体の特性を示す．併し巨大性を示さず，むしろ萎縮する．気孔周辺細胞，油腺共に巨大化し（第4，5表），葉面における密度は減少している．輪繖花序腋生するが，節間が詰つているために全体穂に似た外観を呈する．花冠は弁の伸び悪く且つやや肥大する．1花序中の花の数は〔57〕より多い（第6表）．開花始は8月上旬で，〔57〕より1カ月以

上遅れる．雄蕊は〔57〕よりよく発達するが完全ではない．葯中には醋酸カーミンに染まらない不稔花粉のみを含む．放任で約42％の結実率を示し（第7表），種子の50％は発芽した．茎葉の香気は〔57〕と同様．精油中の遊離メントールの量は〔57〕の場合と同様の仮定のもとで倍化する．根端細胞で $2n=144$ を確認した．PMC の MI には $6_{IV}+(10\sim12)_{III}+(33\sim37)_{II}+(12\sim14)_{I}$（観察像12）が見られ，うち $6_{IV}+12_{III}+36_{II}+12_{I}$（観察像4）の出現頻度が最も高く基準の型と考えられる（第8表）．花粉4分子時代は〔57〕の如く萎縮，退化しないが，1乃至8個の大小さまざまの分子からなる（第9表）．

Table 5.　Dimension and Distribution of Essential Oil Glands on the Leaf.

No. of stock	Diameter (15×10)	No. per visual field (15×10)
〔57〕	7.57* ± 0.09 (100)	4.80 ± 0.19 (100)
〔$C_1$57〕	11.33 ± 0.13 (150)	4.25 ± 0.26 (89)

* 1 unit≒11.2μ

Table 6.　Number of Flowers per Cyme and Size of Corollas.

No. of stock	Corollas		No. of flowers per cyme
	Length	Width	
〔57〕	mm 3.86 ± 0.002 (100)	mm 1.97 ± 0.002 (100)	21.55 ± 0.73 (100)
〔$C_1$57〕	4.50 ± 0.003 (117)	3.06 ± 0.002 (155)	29.10 ± 0.85 (135)

Table 7.　Parcentage of Seed Set by Open Pollination.

No. of stock	No. of flowers tested	No. of seeds acquired	% of seed set
〔57〕	7 4 7	0	0
〔$C_1$57〕	5 0 0	8 4 2	4 2. 1

Ⅳ. 考　　察

〔57〕は外部形態において，輪繖花序を腋生し，葉柄が長く，繁殖茎が地下に入る *M. arvensis* L. と，梢端に花が密生して花穂を形成し，無葉柄の，そして葉を着けた匍匐繁殖茎が地上を走る *M. spicata* L. との中間型である．既報，日本薄荷×*M. spicata* L. の F_1[6] 或は日本薄荷×*M. spicata* L. var *crispa* BENTH.（オランダハツカ）の F_1[5] とも酷似する．体細胞染色体数は〔57〕，F_1 ともに72であり，又共に不稔で全く種子を着けない．精油の物理化学的性質や化学成分は，既に報告[7] した *M. spicata* L. や *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH.（オランダハツカ）のそれに類似し，又それらと日本薄荷との F_1 中にも類似の系統がある．以上に示した諸々の事実から，〔57〕を *M. arvensis* と *M. spicata* との種間雑種と推定する事はあながち無理ではなかろう．実際，〔57〕は先に原寛氏[3] によつて *M. gentilis* L. var *cardiaca* BRIQ. と認定された．元来 *M. gentilis* は欧州において *M. arvensis* と *M. spicata* との自然交雑種[1, 2] といわれる種である．HEGI 等 (1914)[2] によれば本種は

Table 8. Chromosome Configurations at MI of PMC's.

〔57〕

No. of figure	tetravalent	bivalent	univalent	total
1	2	11	43	73
2	2	12	41	73
3	3	6	48	72
4	3	6	48	72
5	3	6	48	72
6	3	6	48	72
7	3	6	48	72
8	3	6	48	72
9	3	6	48	72
10	3	6	48	72
11	3	6	48	72
12	3	6	48	72
13	3	6	48	72
14	3	6	48	72
15	3	7	43	73
16	3	8	47	75
17	4	5	46	72
18	4	5	46	72
19	4	7	35	65
20	4	7	42	72
21	4	7	45	75
22	4	7	47	77
23	5	4	39	67
24	5	4	43	71
25	5	4	43	71
26	5	4	44	72
27	5	5	37	67
28	5	8	36	72
29	5	8	37	73
30	5	8	39	75
31	6	4	40	72
32	6	4	41	73
33	6	4	43	75
34	6	5	37	71
35	6	5	39	73

〔$C_1$57〕

No. of figure	tetravalent	trivalent	bivalent	univalent	total
1	6	10	35	14	138
2	6	11	36	12	141
3	6	11	36	13	142
4	6	11	37	13	144
5	6	12	33	12	138
6	6	12	35	13	143
7	6	12	35	13	143
8	6	12	36	12	144
9	6	12	36	12	144
10	6	12	36	12	144
11	6	12	36	12	144
12	6	12	36	13	145

Table 9. Irregularity of Pollen Tetrad in Induced Tetraploid.

No. of spore / No. of stock	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
〔$C_1$57〕	2	0	5	24	31	29	14	14	119
%	1.7	0	4.2	20.1	26.0	24.4	11.8	11.8	100

「中部欧州で昔から栽培せられ，特に農家の庭等に野生化して生えているが，何処にも実際に自生しているものは恐らくあるまい」と述べられている．併し〔57〕が欧州から導入された *gentilis* そのものとは考え難い．恐らくそれとは独立に日本，特に採集地附近において *M. arvensis* と *M. spicata* との自然交雑によつて生じた雑種で，欧州の *gentilis* に相当するものであろう．我が国で栽培され或は野生するという事を条件として可能性のある両親を求むれば，日本薄荷とオランダ薄荷とが考えに浮ぶ．実際福山地方は古くから日本薄荷の栽培地であり，又筆者等は〔57〕の群生する川筋，数十歩の距離にオランダ薄荷の自生群落を見た．併し既報の日本薄荷×オランダ薄荷の F_1 では PMC の MI に於て，3～10の2価染色体と，52～66の1価染色体とが現われるが〔57〕では2価染色体と1価染色体との他に2乃至6個の4価染色体が現われて複雑な様相を示す．前記群落のオランダハツカが 2n=54で，既報[5] の交雑親として用いた 2n=48のオランダハツカとは同じでないという事実を考慮に入れても，PMC の MI における〔57〕の複雑な染色体の接合を説明する事は困難である．従つて前記の推定が正しいとしても，既報の F_1 の如き単純な雑種ではなく，交雑の際に或はその後のある時期に何らかの原因によつて一部染色体の消失とか或は重複という様な複雑な過程を経て生残つたものと思われる．

〔C_1 57〕は典型的な倍数体の形質を具えている．PMC の MI において〔57〕は4価，2価及び1価の染色体を生ずるから，〔C_1 57〕の同じ時期には8価，4価及び2価の染色体を生じてもよい筈である．併し実際は8価染色体の出現なく，4価染色体は期待数より少い．筆者等[4] はさきに日本薄荷の人為4倍体において，MI に相同染色体が全部対合すれば 48_{IV} が出現すべきところ，実際には$(8〜10)_{IV}$ が見えるに過ぎないことを観察した．又 *M. rotundifolia* の人為4倍体においても 12_{IV} が出現すべき所，4_{IV} 以上は見えない(未発表)．その原因についてはさきに推論[4] したからここには省くが，MI において相同染色体が多価染色体を作り難いのは一般的現象で特に染色体の短小な薄荷属においては普遍的現象と考えられる．本栄養系は又この時期に4価染色体や2価染色体の外に10個あまりの3価染色体と略同数の1価染色体とを作る．これは4価染色体を作るべき相同染色体が，3価染色体と1価染色体とに分れたものと推定出来る．而してこの状態で数的にも略安定した立場を示し，これらが通常期待出来る4価或は2価の染色体とならない理由は現段階においては説明出来ないが，4価以上の多価染色体を作り難いという事実を示唆するものではある．本栄養系は花粉はすべて不稔であるが，雌性配偶子が半稔性であつて，放任受粉で発芽力のある種子を生ずる．NEBEL, B. R. and RUTULE, M. L. (1938)[10] は *M. aquatica*×*M. rotundifolia* のF_1 は不稔であるが，F_1 の染色体数を倍化した複2倍体は葯の中に稔性花粉を含む完全に発育した雄蕋を生ずることを観察した．筆者等[6] も *M. arvensis* (日本薄荷)×*M. spicata* の F_1 は完全不稔であるが，その複2倍体は雄性，雌性両配偶子とも可なり高い稔性のあることを観察した（未発表）．この様に染色体数の倍化によつて稔性の回復することは雑種の倍数体，即ち複2倍体において見られる現象である．尤も〔57〕自身のPMC の MI における染色体接合様相の複雑さのために，〔C_1 57〕の MI における染色体の接合は一層複雑であつて，稔性の回復は上記2例程顕著ではないが，この事実は原種〔57〕の雑種性を裏書きするものといえる．

V. 摘　　要

〔57〕は福山地方で採集した野生薄荷の一栄養系である．本栄養系は先に東京大学原寛氏によつて *Mentha. arvensis*×*M. spicata* の自然交雑に由来する *M. gentilis* の1変種，*M. gentilis* L. var. *cardiaca* BRIQ. と認定された．その外部形態は筆者等がその後育成した日本薄荷（*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.）とオランダハツカ（*M. spicata* L.

Fig. 1. (upper left) 〔57〕: *M. gentilis* L. var. *cardiaca* Briq. Ca $\times 1/3$
(upper right) Essential oil grands and stomata of 〔57〕 $\times 60$
(lower right) 〔$C_1$57〕: Induced Tetraploid plant of 〔57〕 Ca $\times 1/3$
(lower left) Essential oil grands and stomata of 〔$C_1$57〕 $\times 60$

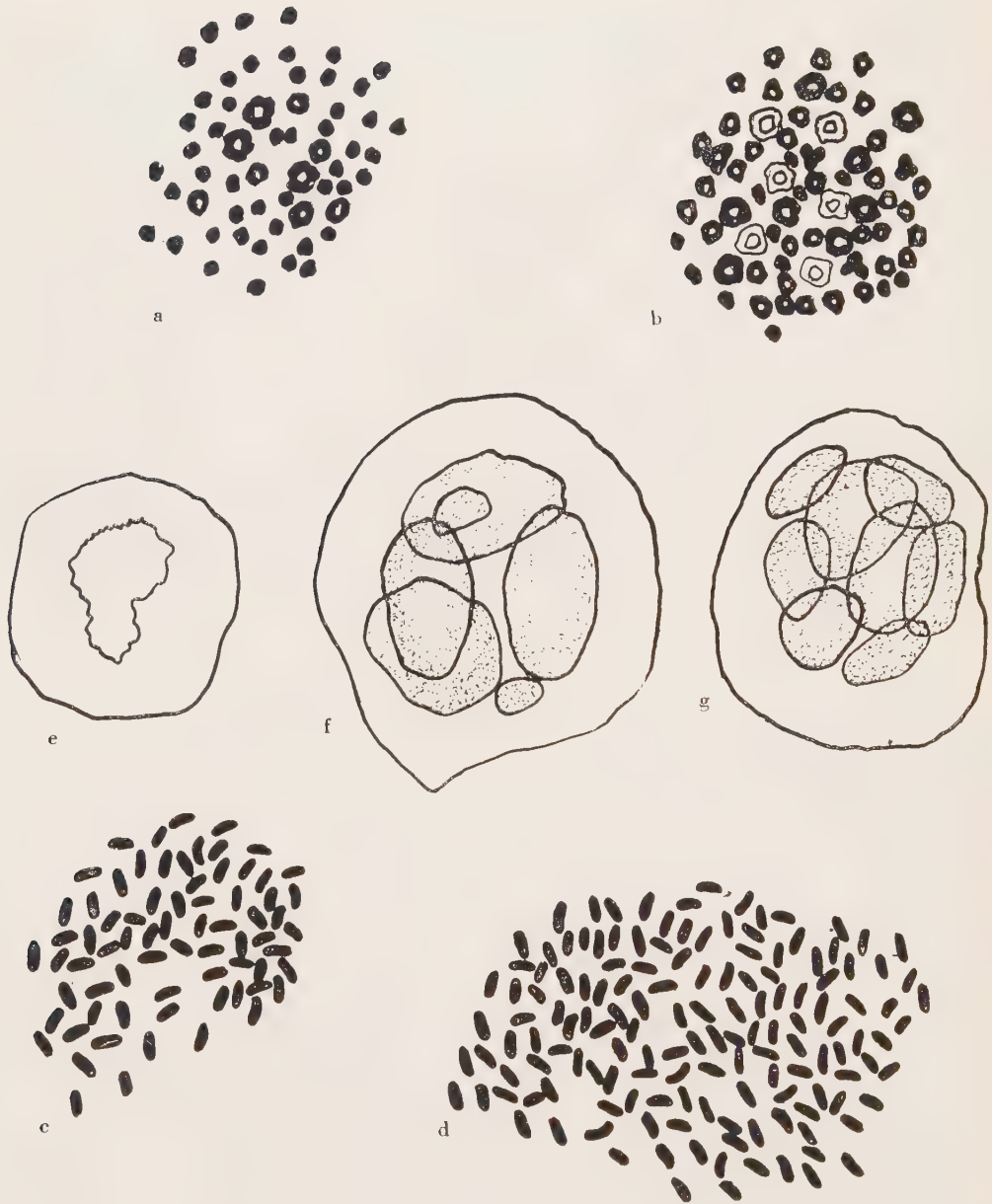



Fig. 2.
a. MI in PMC's of 〔57〕 $3_{IV}+6_{II}+48_{I}$ ×2500
b. MI in PMC's of 〔$C_1$57〕 $6_{IV}+12_{III}+36_{II}+12_{I}$ ×2500
c. Somatic plate of 〔57〕 2n=72 ×2500
d. Somatic plate of 〔$C_1$57〕 2n=144 ×2500
e. Degenerated pollen-tetrad of 〔57〕 ×1800
f. g. Abnormal pollen-tetrad of 〔$C_1$57〕 ×1800

var. *crispa* BENTH.）との人工交雑によつて得た F_1 や日本薄荷と *M. spicata* L. との人工交雑によつて得た F_1 と酷似している．染色体数は 2n=72 で，前記 F_1 と同じである．又共に完全不稔で種子を全く生ぜず，又精油の物理化学的性質や化学的成分も類似する．併し〔57〕が欧州から導入された *gentilis* そのものとは考えがたい．恐らくそれとは独立に我が国において *M. arvensis*×*M. spicata* によつて生じたもので，欧州の *gentilis* に相当する自然交雑種であろう．而して採集地広島県福山地方に栽培される日本薄荷や，野生するオランダハツカ等が可能性のある両親と推定される．併し〔57〕は前記人工交雑種 F_1 とちがつて PMC の MI に於て，4価，2価及び1価染色体を生じ複雑な染色体対合を示す．従つて単なる F_1 とは異なり，交雑の際又はその後に一部染色体の消失とか或は重複という様な複雑な過程を経て現在に至つたものと考えられる．

〔57〕の人為4倍体〔C_1 57〕は 2n=144，形質は〔57〕に似ているが，倍数体の形態的，生理的諸特性を具えている．PMC の MI における染色体の対合は〔57〕より一層複雑である．一般の高次倍数体の場合と同様，多価接合は起り難いようで，8価染色体は現れず，4価染色体も期待程多くない．MI には4価染色体や2価染色体の外に約 12 の3価染色体とほぼ同数の1価染色体とが観察される．これらは4価を生ずべき相同染色体が，3価染色体と1価染色体とに分れたものと推定される．この状態で数的にも略安定した立場を示し，通常期待出来る4価と2価とにならない理由は分らないが，多価対合が出来難いという事実を示唆するものではある．

〔C_1 57〕は放任受粉で若干の種子を生ずる．このような稔性の回復は複2倍体の特性であり，この点からも〔57〕の雑種性が証明せられる．

引　用　文　献

1）BRIQUET, J. (1895)：Labiatae. IN ENGLER und PLANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, IV Teil, IIIa. 317～324.

2）HEGI, G., GAMO, H. und MARZELL, H. (1914)：Illustrierte Flora von Mitteleuropa, V Band, 4 Teil. 2335～2357.

3）池田長守，宇渡清六 (1954)：薄荷の育種学的研究，第2報，岡山大学農学部学術報告，第4号．

4）池田長守，小西猛郎 (1954)：薄荷の育種学的研究，第3報，岡山大学農学部学術報告，第5号．

5）池田長守，宇渡清六 (1955)：薄荷の育種学的研究，第4報，岡山大学農学部学術報告，第6号．

6）池田長守，宇渡清六 (1955)：薄荷の育種学的研究，第5報，岡山大学農学部学術報告，第7号．

7）池田長守，宇渡清六 (1957)：薄荷の育種学的研究，第8報，岡山大学農学部学術報告，第10号．

8）久内清孝 (1950)：帰化植物．東京．

9）牧野富太郎，根本完爾 (1931)：日本植物総覧．東京．

10）NEBEL, B. R. and RUTTLE, M. L. (1938)：Colchicine and its place in fruit breeding. New York State Agricultural Experiment Station (Geneva, N.Y.) Circular, No. 183.

高温の殺虫効果の数量的法則

清　久　正　夫

Quantitative Theories on the Lethal Effect of High Temperature upon Insects

Masao Kiyoku

The writer has been made to represent the relation between high temperature and lethal time of insects and also that between temperature and relative deviation of variation in heat resistance of insects by the theoretical equation.

According to his investigation from the bio-statistical point of view, the distribution in heat resistance to X_1^k for the lethal time X_1 and that to $X_2^{k'}$ for the kill temperature X_2 are normal, respectively, and k and k' varies with geometrical progression for various ranges of temperature. Consequently, two regression equations, $Y=a_1+b_1X_1^k$ and $Y=a_2+b_2X_2^{k'}$ are obtained, where Y is mortality in probit. As a representation of the joint effect of lethal time and temperature, therefore, a plane represented by a multiple equation, $Y=m+b_1X_1^k+b_2X_2^{k'}$ may be suggested. If the numerical value of Y be 5, the equation becomes finally $\log X_1=\log A+B\log X_2$ or $X_1=\frac{A}{X_2^B}$. The coefficient B in the equation takes different values for different ranges of temperature and the variation of B showes a geometrical progression. This result suggests that somewhat different combinations of fatal effects are considered to be involved in heat death for different ranges of temperature.

From these facts, the equation, $X_1=A_1(X_2-m)^{-1}+A_2(X_2-m)^{-2}+A_3(X_2-m)^{-3}+A_4(X_2-m)^{-4}$ is constracted theoretically, where m is a critical temperature of heat death of insects. The experimental results are agree well with the equation described above.

Moreover, the writer has pointed out the fixed relationship of relative deviation of variation to temerature used for kill. The above index is, in general, larger at a critical temperature changing the lethal action of high temperature. In the temperature range between one critical temperature and another, the relation of them is expressed by the equation $U=\frac{m}{2}\left[a^{-(X-t)}+b^{(X-t)}\right]$ where U is relative deviation of variation, X is temperature, a, m, t, are constants.

緒　　言

昆虫を熱で殺すとき温度が多少低くとも曝露時間が長ければ殺すことが出来る．即ち熱刺戟の強度因子である温度と容量因子である曝露時間とは殺虫作用の2つの重要な要因である．従来熱の殺虫作用を説明する手段として両者の関係を函数で示す試みがなされ，これまでに種々の研究成果があつた[1]が多くは生物体を各種の高温に曝露して殺し得られた致死時間の平均値と温度との関係を既知公式に当てはめ大きい矛盾がなければよいとされている．従つて用いた公式の成立の理論的根拠がないのみならず単なる平均値を用いることには問題がある．と言うのはそれらの公式に対し1個体ずつの致死時間と温度との関係が適合するか否か疑問がある．若し

適合しない場合があれば用いた公式は公式としての意味がない．そこで1頭ずつについて関係を求め最も蓋然性の高いものを見付ける方法がよいが，致死を取りあつかう研究ではこの方法は不可能である．よつてこの場合に先ずどのような代表値を用いるかが問題点となる．これが為には昆虫の高温によつて示される死亡率が時間に対してどの様な分布を示すかを検討し，全体の何パーセントが死ぬ時間というように昆虫の死亡率の水準を基として定めたものが都合がよいと考える．それらの値の内で50％死亡率水準における致死時間，即ち中央致死時間が最も普通な代表値である．

所で上に述べたように昆虫の死亡率の時間に対する分布型がわかり，更にそれの温度に対する分布型を知れば，死亡率，時間，温度の3者の関係から時間と温度に対する死亡率曲面を定めることが出来る．そしてこの関係から中央致死時間は勿論，任意の死亡率水準における時間と温度の関係式が導かれる．筆者は先に中央致死時間と温度の関係を論じたことがあつたが，[3,4] 今回上述の見解に基ずき同じ問題の再検討を企て得られた結論を意義あるものとなすと共に，更に1歩進めて複雑なものに一定の基準を見出そうとするのが本研究の第1目的である．

次に昆虫の抵抗性の時間に対する分布の巾，時には分布型そのものが殺虫温度如何によつて異なる場合には上記の研究以外にまだ研究問題がある．それは分布の巾（時には歪みの度合）と殺虫温度の関係を研究する部門である．個体変異に関してよく似た標本を実験に用いれば，分布型や分布の巾が大きく変化しないであろうから，若し殺虫温度如何によつてこれが異なるならば高温の殺虫作用が異なるという様に考えることが出来る．故にそれら両者の関係を明らかにすることは高温殺虫作用をうかがうもう1つの資料となると考える．然しこの様な研究は従来からきわめて少ない．依つてこの問題を新らしく論ずることが本研究の第2の目的であつた．

I．実　験　成　績

ここで論議する実験成績は主に筆者のアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* 成虫に関する成績[3,4]から所定の方法で推定した中央致死時間と比較撒布度とである．所定の方法というのはアズキゾウムシ成虫が時間 X に対して X^k 正規分布するものと考え，プロビット解析に基ずき推定した中央致死時間 (M. L. T.)[4] と比較撒布度 $(U=1/k^2b^2m^2)$[5] である．各種温度の下で得た両代表値を示せば第1表の通りである．

第1表　中央致死時間と比較撒布度

温度	性	30	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
K.	♂	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	4.0	3.0
	♀	1.0	1.0	0.25	0.5	0.5	0.5	1.0	2.0	2.0	5.0	4.0
M. L. T.	♂	136.687	105.361	110.300	80.748	60.559	25.125	8.439	3.140	1.250	0.330	0.175
	♀	157.923	121.914	112.115	83.960	61.627	24.421	8.811	3.114	1.271	0.335	0.181
R. D. V.	♂	0.0525	0.1631	0.0750	0.0204	0.0339	0.0766	0.1162	0.0478	0.0897	0.0164	0.0313
	♀	0.0641	0.1389	0.0641	0.0254	0.0423	0.1122	0.1123	0.0538	0.0735	0.0164	0.0278

* K.：時間のべき指数
M. L. T.：中央致死時間，R. D. V.：比較撒布度

II．中央致死時間と殺虫温度

(1)　実験結果の分析

a．一般的方法．昆虫個体の1群を高温に曝露して得た死亡率はその時間 X_1 に対して X_1^K 正

規分布するので死亡率のプロビットYと時間 X_1^k との関係は，

$$Y=a_1+b_1X_1^k \quad \cdots\cdots(1)$$

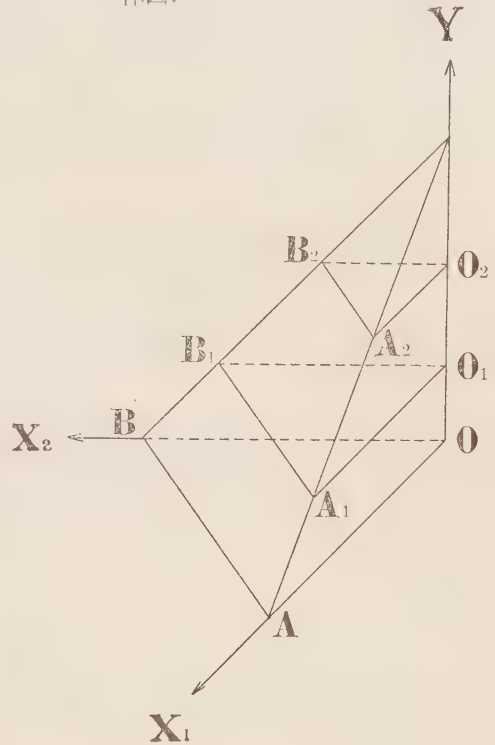
である.[4] 若し温度 X_2 に対して同様に $X_2^{k'}$ 正規分布し，死亡率のプロビットと温度 $X_2^{k'}$ との間にも

$$Y=a_2+b_2X_2^{k'} \quad \cdots\cdots(2)$$

が成立すればプロビット，時間，温度の間には(1)と(2)より，

$$Y=m+b_1X_1^k+b_2X_2^{k'} \quad \cdots\cdots(3)$$

が得られる．簡単に $K=1=K'$ の場合を考えると(3)式は一次式となり第1図に示すように Y, X_1, X_2 3軸立体図の反応面 YAB は平面，これとY軸に垂直の平面とが交わる線（A_1B_1, A_2B_2, 等）は1直線であるから，昆虫の致死時間と殺虫温度との関係は中央致死時間は勿論，如何なる水準に於いても直線函数で示されると言うことが出来る．以上は最も簡単な例であるが，この様な主旨に基ずき研究を進める．その為には未だ確定されていない(2)式の関係のもとである所謂温度—死亡率曲線の性格を吟味する．

第1図　死亡率のプロビットY，時間 X_1 及び温度 X_2 の関係を示す3軸立体図.

b．温度死亡率曲線の分析．1例としてアズキゾウムシ雄成虫の成績より10種の曝露時間に於ける各種温度に対する昆虫の死亡率及びそのプロビットを示したのが第2表である．

第2表に掲げた成績は甚だ満足すべきものではない.* 然しこの実験は仲々手間がかかるので大体の見当をつけるという意味でこれを用い，解析も簡単に図上解析に止める．縦軸に死亡率を，横軸に温度をとれば第2図Aに示すように種々の型をした温度—死亡率曲線が得られる．

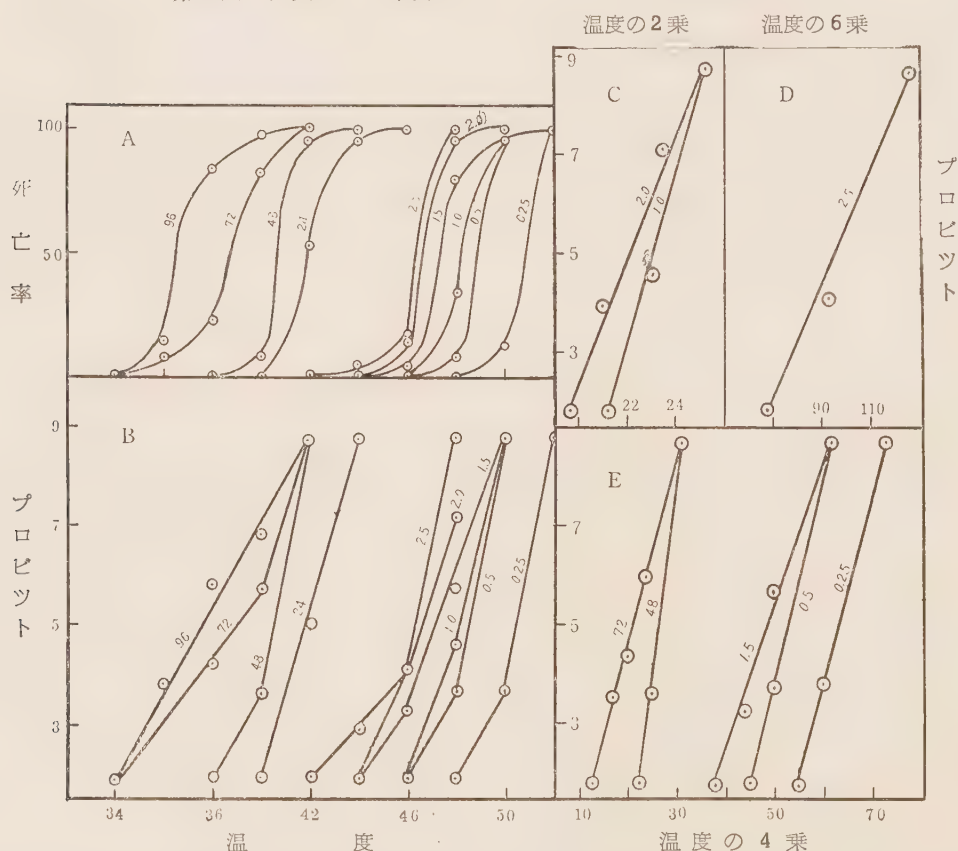
第2図に示した曲線は簡単に言えば殺虫温度の作用の特性を示す曲線であるが，よく考えて見ると昆虫群内には熱抵抗の個体変異があるからあまり広くない温度範囲においては，昆虫の高温に対する抵抗の分布曲線の累積曲線と考えることが不可能でない．故にそのような見解にした

第2表　各種の曝露時間における殺虫温度に対する昆虫の死亡率及びそのプロビットの値

温度＼時間	96		72		48		24	
36	14.8	3.95	9.2	3.67	2.4	3.02	0	—
38	85.9	6.07	21.9	4.22	0 (0.1)	1.90	0	—
40	97.1	6.89	83.5	5.97	7.5	3.56	0 (0.1)	(1.90)
42	100 (99.99)	(8.71)	100 (99.99)	(8.71)	100 (99.99)	(8.71)	52.5	5.06
44	100	—	100	—	100	—	100 (99.99)	(8.71)

温度＼時間	2.5		2.0		1.5		1.0		0.5		0.25	
44	1.7	2.87	0 (0.1)	(1.90)	0 (0.1)	(1.90)	0	—	0	—	0	—
46	18.3	4.09	14.0	3.91	4.5	3.30	0 (0.1)	(1.90)	0 (0.1)	(1.90)	0	—
48	100 (99.99)	(8.71)	98.7	7.22	77.1	5.74	34.7	4.60	9.7	3.70	0 (0.1)	(1.90)
50	100	—	100 (99.99)	(8.71)	100 (99.99)	(8.71)	100 (99.99)	(8.71)	100 (99.99)	8.71	13.1	3.87
52	100	—	100	—	100	—	100	—	100	—	100 (99.99)	8.71

* 各種時間欄の左側は死亡率の百分比，右側はプロビツトの値，( )は0及び100%の死亡率においてプロビツトの値がないから図形を作るために便宜的に採用した近似値．

第2図 温度―死亡率曲線のプロビツト法による直線転換

がう．今第2図Aの曲線に対し縦軸の死亡率をプロビツトに転換すれば，第2図Bに示すように24時間，96時間の成績からは1直線が得られるが，其の他は2本の相交わる直線となる．よつてこれらの温度―死亡率曲線の多くは左右相称のS型であるとは言えない．其の理由は次の様に説明さ

* この実験成績は所定の温度で所定の時間昆虫を曝露して得た死亡率を，各種曝露時間毎にまとめ温度と死亡率の関係を示したものである．44°C 以上では僅かの温度で死亡率が変化するので，温度の間隔が非常に小さくないと，多くの観測点で時間死亡率曲線が画けない．その型を正確に調べるためには，温度の間隔が非常に小さい実験成績を要するが，簡単に2度の温度間隔の実験成績を用いた．

れる．

高温の殺虫効果には熱の作用と共に必然的に生ずる昆虫体からの水分発散作用に伴う作用例えば乾燥作用が影響する．故に上記の温度—死亡率曲線は熱と乾燥作用の共同作用に対する昆虫の抵抗性の分布曲線の累積曲線と考えられ，温度が変化すれば熱作用に対する乾燥作用の影響度が変化する場合があるからその作用に対する抵抗性の分布が変化し，その累積である温度死亡率曲線の型が変化するものと考える．よつてこの場合の温度死亡率曲線は先の時間死亡率曲線と同様に

$$F_k(x)=\int_{-\infty}^{x}\exp[-(x^{k'}-m^{k'})^2/2\sigma_{k'}^2]/\sqrt{(2\pi\sigma_{k'}^2)}\,dX \quad \cdots\cdots(4)$$

のような常数 K' の値が種々の値をもつ $X^{k'}$ 正規分布の累積度数分布函数で示される．

上記の見解にしたがい 1 時間，2 時間の成績に対しては $X^{k'}$ の K' を 2． 0.25，0.5，1.5，48，72 時間の成績には 4． 2.5 時間の成績には 6 を与えると第 2 図 C.E.D. に示すように完全な 1 直線が得られる．よつて (2) 式の成立が確かめられる．

c．時間—温度曲線の公式誘導．上述の分析によつて (2) 式が確認されたから (a) 項で示した様に結局 (3) 式が得られるが K 及び K' が 1 である場合は寧ろ少ないであろうから (a) 項のようには簡単に処理出来ない．然し (1) 及び (2) 式を対数式とすると（但し $a_1=0=a_2$ として）

$$\begin{cases}\mathrm{Log}\ Y=\mathrm{Log}\ b_1+K\ \mathrm{Log}\ X_1\\ \mathrm{Log}\ Y=\mathrm{Log}\ b_2+K'\ \mathrm{Log}\ X_2\end{cases}$$

であるから

$$\mathrm{Log}\ Y=\mathrm{Log}m+K\ \mathrm{Log}\ X_1+K'\ \mathrm{Log}\ X_2 \quad \cdots\cdots(5)$$

となる．故に Y, X_1, X_2 の 3 変数をすべて対数とすれば 1 次の重相関式が得られ，従つて反応面は平面，時間の対数値と温度の対数値とが 1 直線をなすことがわかる．即ち (5) 式の Y を任意のプロビット n（例えば 4，5，6 等）とすると，

$$\mathrm{Log}\ X_1=\left(\frac{\mathrm{Log}m-\mathrm{Log}n}{K}\right)-\left(\frac{K'}{K}\right)\mathrm{Log}\ X_2 \quad \cdots\cdots(6)$$

$\frac{\mathrm{Log}m-\mathrm{Log}n}{K}=\mathrm{Log}\ A$，$\frac{K'}{K}=B$ とおくと，

$$\mathrm{Log}\ X_1=\mathrm{Log}\ A-B\ \mathrm{Log}\ X_2 \quad \cdots\cdots(7)$$

となる．この直線式の対数を真数にもどすと，

$$X_1=\frac{A}{X^B}\ ^{**} \quad \cdots\cdots(8)$$

となる．この型式は全く新らしいものではなく PORODKO (1926) が種子を殺す高温とその時間との関係を示すときに提案した実験式[1] と全く同じ型であるが，本研究ではこの式の成立の由来を明らかにすることが出来た．

所でここに 1 つの問題がある．それは (7) (8) 式の常数 A 及び B がこの実験に用いた温度範囲内で常に 1 定の値を取らないだろうということである．と言うのは (6) 式中に明らかなように A，B が K の値の影響をうけ第 1 表に示すように K は温度によつて変化するので A，B が温度によつて当然変化するであろうからである．便宜的にこれら常数の値の変化を K から予想すると大体 36°C，40°C，44°C，50°C 附近で異なる値をとり，その変動状態は温度の上昇に対

** この式の型式は多くの自然現象に見られる．生物学の方面では上記の他，昆虫の発育日数と温度，殺虫剤の濃度と温度，昆虫の産卵数と親の棲息密度等において，これが適合することが知られている．然し何故にこの様な型になるかを論議した研究は少ない．

し大体対数的に増大し，最も高い温度範囲では逆に減少するのではないかと思われる．従つて公式(8)は大体 36°C 以下，36°C～40°C，40°C～44°C，44°C～50°C，50°C 以上，計5つの小範囲で常数を異にして成立することが期待される．

上述の見解を確かめる為には実験値，即ち第1表に示した中央致死時間の対数を縦軸に，殺虫温度を横軸にとり作図して両者の関係の直線性を検定すればよい．この様な検定は既にのべたことがある[4]のでここではその結果をくわしくのべないが，この場合も前と同じ結論となる．よつて上述の見解は正しいことがわかる．ただこの結論の1部として(8)式の成立する温度範囲と，常数 A, B の内 B 即ち致死速度を示す常数を記すと第3表である．

第3表　$X_1=\frac{A}{X_2^B}$の成立する温度範囲と常数Bの値

温度範囲	Bの値	
	雄	雌
30 ～ 36	1.945	1.939
36 ～ 40	5.456	5.499
40 ～ 44	18.575	18.518
44 ～ 50	32.278	32.475
50 ～ 52	15.833	14.888

第3表によれば B は各種の温度範囲に於いてかなり大きく相違するのでこの全温度範囲を単独の式で示すことは無理であろう．B の変動状態は予想通り大体対数的でありはじめは公比3，高温部では2，更に高温部では B の値そのものが減少している．

(2) 考　　察

殺虫温度と昆虫の致死時間との関係を記載する為，前節にのべた研究方法によつて理論的に1定の公式(8)が定まつた．この式は比較的狭い温度範囲では問題なく役に立つけれども広い温度範囲では充分でない．然しこの場合には常数の異なる同型の5個の式を用うればよいことがわかつた．この様な結果になつたのは，高温の殺虫作用が温度の如何で異なつた作用機構を示すからであろうと思われ，その状態は常数 B の値の変化によつて推察することが出来る．それでは本研究にて知られた温度範囲，即ち 36°C以下, 36°C～40°C，40°C～44°C，44°C～50°C, 及び50°C 以上において実際殺虫作用が異なるという生理的根拠があるだろうか．前報[3]の温度をきわめて徐々に上昇してアズキゾウムシの温度反応を調べた成績に基ずいて考えると，30°C～34°C の温度では特に昆虫の高温に対する顕著な外見上の反応が認められないが，36°C をすぎると昆虫が興奮し活溌な活動を呈し，大体 44°C 又は 45°C で痙攣を伴う致死を生ずる．よつて 36°C 以下と 36°C～44°C 及び 44°C～52°C の3温度範囲において高温致死作用の支配因子が異なるということが容易に予想される．然し今回の研究では 36°C～44°C を 40°C にて，又 44°C～52°Cを 50°C にて夫々2分している．これをこまかに検討して見ると高温作用には必然的に水分発散作用が伴う．この作用によつて熱の作用が影響をうけることはすでに知られている.[6,7]故にこれを考慮しなければならないだろう．先ず 36°C～44°C の温度範囲では熱の作用はさほどきびしくない為に致死には比較的長い時間がかかり，尚又この昆虫体は小型であるので前記の水分発散作用が昆虫体の乾燥作用として作用するだろうが,[7] その結果この温度範囲のある温度以上では殺虫効果が急に増大することとなろう．その温度というのはおそらく 40°C であろうからこれで前記温度範囲が2分された生理的理由を充分認めることが出来る．次に 44°C～52°C の範囲では致死は短時間で完結する．その様な高温短時間の水分発散作用は小型昆虫に対しても瞬間的に体表の蒸散作用をおこない熱の殺虫作用に負の働らきを及ぼすことがある.[2,9]故にこの温度範囲では高温部にその様な作用の変化点が考えられるが 50°C がまさにそれであろう．よつてこの温度範囲を 50°C で2分された生理的理由も存することと思う．故に本研究において公式

(8) の成立状態から全温度範囲を5区に分けたことはそれぞれの温度範囲で高温の殺虫作用が異なるという生理的理由から意義がある．

結局，高温作用を致死機構の相違によつて区分し，同一機構を有する温度範囲がそれぞれ公式 (8) によつて表現されるという結論となつたがこの様な表現法は複雑である．出来れば1つの公式で統一することがのぞましい．然し温度如何で機構が異なると考えられた以上単一な公式を用いるとかえつて誤をおかすことになる．本研究においては幸にして温度によつて致死作用が相違する様式を B の値の変化によつて捕えることが出来たからこの趣を考慮に入れて事実をよくあらわし，広い温度範囲にも適合する公式を新たに提唱して見よう．その式の成立過程は次の通りである．

全温度範囲が5分され夫々に5つの式，

$$X_1=\frac{A_1}{X_2^{B_1}},\quad X_1=\frac{A_2}{X_2^{B_2}},\quad X_1=\frac{A_3}{X_2^{B_3}},\quad X_1=\frac{A_4}{X_2^{B_4}},\quad X_1=\frac{A_5}{X_2^{B_5}}$$

が得られたから，全温度範囲をまとめて考えると1つの公式

$$X_1=A_1\frac{1}{X_2^{B_1}}+A_2\frac{1}{X_2^{B_2}}+A_3\frac{1}{X_2^{B_3}}+A_4\frac{1}{X_2^{B_4}}+A_5\frac{1}{X_2^{B_5}}\quad\cdots\cdots(9)$$

が得られる．この場合常数 B の温度上昇に伴う変化は第3表の通りであるが，そのままでは計算がやつかいであるからその変化の特徴をとらえて，

$$B=1,\ 3,\ 4,\ 2$$

とする．又温度 X_2 もそのままの数字では複雑だから高温の有害作用を呈する臨界温度を理論的に求める．その様な温度はこの昆虫で大体 36°C と考えるが，大事をとつて 34°C とすると (9) 式は，

$$X_1=A_1(X_2-34)^{-1}+A_2(X_2-34)^{-2}+A_3(X_2-34)^{-3}+A_4(X_2-34)^{-4}\quad\cdots\cdots(10)$$

今，雄成虫の実験成績によつて常数 A を計算すると (10) 式は，

$$X_1=164.062(X_2-34)^{-1}+6447.578(X_2-34)^{-2}+72358.317(X_2-34)^{-3}-159066.549(X_2-34)^{-4}\quad\cdots\cdots(11)$$

となる．尚比較の為に本実験成績の出来るだけ広い温度範囲に適合する単一公式の1例を算出すると，

$$\mathrm{Log}\ X_1=\mathrm{Log}\ 40.207-23.901\ \mathrm{Log}\ X_2\quad\cdots\cdots(12)$$

が得られる．但し (12) 式の A 常数は非常に大きいので (6) 式の型式の対数式にて示された．(11) 式及び (12) 式によつて任意の殺虫温度の致死時間を理論的に算出した結果は第4表である．

第4表　(11) 式及び (12) 式にて算出された理論値と実験値の比較

温度	36	38	40	42	44	46	48	50	52
(11) 式理論値	147.285	**96.249**	**60.500**	**26.861**	**8.380**	**3.099**	**1.050**	**0.307**	**0.109**
(12) 式理論値	—	293.800	**82.790**	**26.060**	**8.670**	**3.048**	−1.801	—	—
実験値	110.300	80.748	60.559	25.125	8.439	3.140	1.250	0.330	0.175

* ゴヂツク体は3者の値の一致する温度範囲を示す．

第4表によると (12) 式は 40°C から 46°C の温度範囲において適合するが 38°C 以下及び 48°C 以上ではこの式で表現出来ない．これに対して (11) 式は 36°C 以下は一寸無理だがそれ以上は 52°C まで大体においてよく適合する．よつて (11) 式をこの目的の式として提唱する次第である．

⑾式の普遍性を知る為，筆者の研究以外の実験成績をこの式で処理したい．然し温度範囲を広くとつた例が少ない．1例として西川のアズキゾウムシ(25°Cより34°Cまで)，[8]　土屋・小坂のコクゾウ(50°Cより100°C)の成績[10]を処理して見ると，従来の式を用いたより⑾式を用いた方がはるかに合理的であることがわかる．よつてこの式の普遍性はかなり広いものと思われる．

最後にBの値の変化の生理的意義について論議する．これは反応速度恒数であるから温度が高ければ大きい値を示すと考えるのが普通である．然るに50°C以上の温度範囲においてかえつて小さい値を示すのは何故でありそれは意味がある現象であろうか．前にのべた昆虫体からの水分発散作用が瞬間的体温調節作用の働らきをするという点から考えるとこの理由は一応諒解される．

Ⅲ．比較撒布度と殺虫温度

(1) 実験結果の分析

すでにのべた比較撒布度 $1/k^2b^2m^2$ は殺虫温度の如何にかかわらず1定かそれとも変化するか．変化するとすればその様式は何か．この現象によつて高温の殺虫作用を知る為にその状態の検討を実施する．

先ずこれを（Ｉ）項から得た知識をもととして理論的に考えて見ると，比較撒布度という指数は同一の殺虫支配因子が作用し，これに対する昆虫群の反応が一定であれば温度如何にかかわらず大体等しい値を示すであろうが（Ｉ）から考えて見ると支配因子が温度により変化するのでこれも変化を示すであろう．その変化の様相は先ず殺虫支配因子のかわる温度では大体大きい値を示すであろう．というのはそのような温度附近では実験に供した1群の昆虫個体の抵抗の強い個体は未だ旧殺虫因子の支配をうけて死ぬが，弱い個体の1部分はすでに新殺虫因子に反応することが考えられるから，同一実験個体群内の早く死ぬものと遅れるものとの差が大きいと考えられるからである．（Ｉ）項から考えると36°C附近と44°C附近がこれに該当するであろう．よつて44°Cを中心に2区に大別し36°C～44°Cと44°C～52°Cの温度範囲毎に検討する．

同一支配因子が働らく範囲では大体等しい比較撒布度を示すであろうが，時には因子の強度が増加すると熱の伝播はよくなる為に昆虫の各個体が比較的よくそろつて死ぬ傾向を示すであろう．依つて比較撒布度の値は減少する．その様式はくわしくはわからないが熱伝導の指数方則から，

$$U=ma^{-(X-t)} \qquad \cdots\cdots(13)$$

を仮定する．⒀式中Uは比較撒布度，Xは温度，tはUの最小の値を示すときの温度，mとaは常数である．

所がある温度範囲の温度で(Ｉ)の場合のように水分発散作用に伴う作用，即ち乾燥作用又は体温調節作用が働らくと1つの致死因子にもう1つの致死因子が加わる場合があり，2因子共同作用となるからその働らき方如何によつては比較撒布度が大きい傾向を示すであろう．今その様式を，

$$U=mb^{(X-t)} \qquad \cdots\cdots(14)$$

と仮定する．よつて上記の夫々2つの温度範囲で比較撒布度の変動する状態は⒀と⒁の両式を組み合せた式であらわすことが出来るであろう．

$$U=\frac{m}{2}\left[a^{-(X-t)}+b^{(X-t)}\right] \qquad \cdots\cdots(15)$$

⒂式の示す曲線は所謂垂曲線である．今実験成績にもとづき⒂式の常数m，a，bを算出すると第5表が得られる．

第5表　2つの温度範囲の温度と比較撒布度との関係を示す公式

温度範囲＼性	雄	雌
36 ～ 44	$U=0.0102\left[2.3^{-(X-38)}+1.5^{(X-38)}\right]$	$U=0.0127\left[2.0^{-(X-38)}+1.5^{(X-38)}\right]$
44 ～ 52	$U=0.0082\left[1.7^{-(X-50)}+1.9^{(X-50)}\right]$	$U=0.0082\left[1.7^{-(X-50)}+1.8^{(X-50)}\right]$

* U：比較撒布度，X：温度

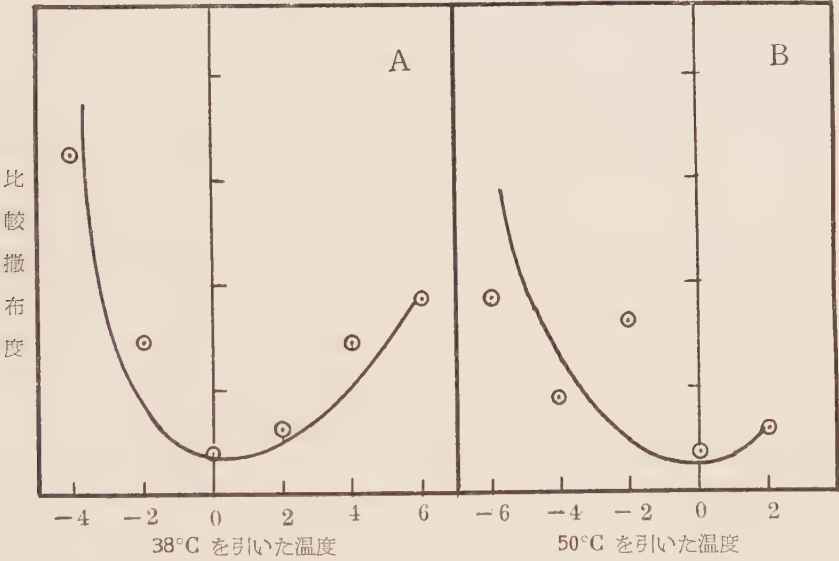
第5表に示す公式によつて各種温度のUの値を理論的に求めて曲線を作図し，それに実験値（第1表下段）が乗るかどうかを調べると比較的よく一致することがわかる．1例として雄の成績を示したのが第3図である．よつて比較撒布度と殺虫温度の関係は殺虫作用が変化する温度附近で大きい値をとり，その転移点と転移点間の温度範囲に於ける変動状態は1種の垂曲線で示されることがわかつた．

第3図　比較撒布度温度曲線

○ は観測値　——は理論曲線

比較撒布度

A: 38°C を引いた温度

B: 50°C を引いた温度

(2) 考　　察

以上の見解（垂曲線の仮説）が他の研究者の実験にあてはまるかどうかを調べその説の普遍性をたしかめよう．ここで再び西川のアズキゾウムシ，土屋・小坂のコクゾウの実験成績を引用する．

西川の成績から簡単にアズキゾウムシ雄成虫の変異係数（$\sigma/m\times100$）を算出すると温度が 25—30—34—36—40—42—44 度に対し，29.22—27.72—27.93—31.27—25.04—27.14—28.64 と変化するから温度を横軸に変異係数を縦軸にとつて作図すれば 36°C を境界としてその上下に2つの垂曲線を得ることが出来る．又土屋・小坂のコクゾウ成虫の実験成績から変異係数を算出すればこの場合の温度が 40—50—60—70—80—90—100 度に対し，28.00—22.13—11.76—16.02—16.02—10.18—15.11 となる．この関係を上と同様に作図すると 75°C を境として2つの垂

曲線が得られる．よつて垂曲線の説はその適合がかなり広いと思われる．

尙，温度と比較撒布度がこの様に変化する理由は既にのべた原因によるものと考える．所でこの場合の比較撒布度は，高温殺虫作用の能率の函数と考えることが出来る（勿論逆の関係であるが）．これが垂曲線状に変化を示すことがわかつた為に高温の殺虫効果に対して注意すべき問題がある．というのは，殺虫温度が高くともその温度の殺虫能率がそれより低い温度の殺虫能率より常によいとは言えないことになるからである．その理由で比較撒布度の各種温度による変化を記載したことの意義は大きい．特に応用の面に於いて重要である．例えば 50°C と 52°C の中央致死時間を比較すれば後者が小さい値を示すので，その方がより効果的な温度であると考えられる．然し比較撒布度を見ると，後者が大きいから殺虫能率はかえつてひくいということになる．実際害虫を殺す場合には 50 %の虫が死ぬだけでは充分でない．今仮に 95 %の死亡率をあげようとすると上記の殺虫能率の問題が関係して来る．計算して見ると 52°C の方が 50°C より殺虫時間が逆に長くかかる．故により低い 50°C が殺虫温度として有効な温度であることになる．

Ⅳ．摘　　要

1．高温の死亡率の温度及び時間に対する分布型から温度と時間の関係をあらわす公式を理論的に導びいた．その結果比較的狭い温度範囲で $X_1=\frac{A}{X_2^B}$ が得られた．

2．広い温度範囲にわたるときは上記の式の A, B 常数の異なつたものを用うればよいがやや複雑になるので統一された式を案出した．

3．それは上記の式の反応速度を示す恒数 B の変化の特徴を考慮した $X_1=A_1(X-m)^{-1}+A_2(X_2-m)^{-2}+A_3(X_2-m)^{-3}+A_4(X_2-m)^{-4}$ のような多項式である．但し式中 m は有害作用を呈する臨界温度である．

4．高温に対する抵抗の比較撒布度は温度如何で変化するのでその様相を示す公式を示した．それは1種の垂曲線式で，$U=\frac{m}{2}\left[a^{-(X-t)}+b^{(X-t)}\right]$ であつた．

引　用　文　献

1）Bĕrehrádek, J. (1935) : Temperature and Living Matter, Berlin.
2）Guthrie, F. E. & Decker, G. C. (1954) : J. Econ. Ent. Vol. **47**, P. 882～887.
3）清久正夫 (1951)：京都学芸大学学報，No. 1, P. 89～100.
4）清久正夫 (1951)：防虫科学，No. 16, P. 119～130.
5）清久正夫 (1958)：岡山大学農学部学術報告，No. 12, P. 1～6.
6）Ludwig, D. (1945) : Physiol. Zool. Vol. **9**, P. 103～135.
7）Mellanby, K. (1932) : J. Expt. Biol. Vol. **9**, P. 222～231.
8）西川弥三郎 (1942)：未発表．
9）Roan, C. C. (1952) : J. Econ. Ent, Vol. **45**, P. 920～925.
10）土屋孝，小坂和彦 (1943) : Ber. Ohara Inst. f. Landwir. Forsh. Vol. **9**, P. 170～190.

On Four Dorilaid Parasites of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler. (Diptera)

Kenji Koizumi

ツマグロヨコバイに寄生する4種のアタマアブについて

小 泉 憲 治

Of recent years the population density of the rice green leafhopper in paddy-fields has increased. One of the reasons of this increase is said to be the result of the decrease of the natural enemies of this hopper owing to the wide application of insecticide in the paddy-fields. And so the more informations concerning in the natural enemies of this hopper are needed. Up to now, following natural enemies of this hopper has been listed from Japan*. Among these, Nos. 3. 8, 10, 14 and 17 are said to be most useful for the check of this hopper. On the parasitic Dorilaidae, there has been no further informations since the valuable paper of Esaki and Hashimoto (1937). Thus the members of this family have long been throughly neglected. But these flies no doubt play a very important part in helping to keep this pest in check, juding from the high percentage of parasitism found in the data of the hoppers disected and the abundance of hovering adult flies in the paddy-fields.

In this paper, four species of the Dorilaid fly reared from the green rice leafhopper are described, of which three are new to the science and one is new to the fauna of Japan. Ecological items and about immature stages of these flies will be given in the forthcoming series of paper.

Before going further, I wish to express my sincer gratitude to the entomologists mentioned below for the loan of materials ; Dr. S. Ito of the College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Messrs. H. Hasegawa and N. Fukuhara of the National Institute of Agric. Sciences, Tokyo and Mr. A. Tsuboi of the Okayama Agric. Exp. Station.

*List of the Natural Enemies of *Nephotettix cincticeps* Uhler in Japan.

I. Parasitic Fungi.
  1. *Isaria farinosa* (Dick.) Fr. (Deuteromycetes : Stilbaceae)
II. Parasitic Nematode.
  2. Mermithidae sp.
III. Egg Parasites.
  3. *Japania andoi* Ishii (Hym. : Trichogrammatidae)
  4. Mymaridae sp. (Hymenoptera)
IV. Nymphal Parasites. (also Adult).
  5. *Tettigoxenos orientalis* Esaki et Hashimoto (Strepshi. : Halictophagidae)
  6. *Epigonatopus sakaii* Esaki et Hashimoto (Hym. : Drynidae)
  7. *Dorilas* sp. (Dipt. : Dorilaidae)
V. Insect Predators.
  8. *Microvelia douglasi* Scott (Hem. : Veliidae)
  9. *Nabis apicalis* Matsm. (Hem. : Nabidae)
  10. *Cyrtorrhinus lividipennis* Reuter (Hem. : Miridae)
  11. *Triphleps sauteri* Poppius (Hem. : Anthocoridae)

12. *Orius* sp. (Hem. : Anthocoridae)
13. *Omatius chinensis* Fab. (Dipt. : Asilidae)

VI. Arachnid Predators.

14. *Oedothorax insecticeps* B. et S. (Micryphantidae)
15. *Tetragnatha praedonia* L. Koch. (Argiopidae)
16. *Meta doenitzi* B. et S. (Argiopidae)
17. *Lycosa pseudoanulata* B. et S. (Lycosidae)
18. *Pirata* sp. (Lycosidae)
19. *Hyctia magister* Karsh (Salticidae)

VII. Hunting Wasps.

20. *Psen fulvitarsis* Gussckovskii (Hym. : Psenidae)
21. *Psen sameshimai* Yasumatsu (Hym. : Psenidae)

Tömösváryella oryzaetora n. sp.

(Figs. 1 a—f)

Pipunculus sp., Esaki et Hashimoto (1932), Ent. Lab. Dept. Agric. Kyushyu Imp. Univ., Publication No. 3 : 39—41, Figs., 8, 9. ; (1937), Noji-Kairyo-Shiryo No. 127 : 124—126, Pl. 14, Figs., 1—5.

This is one of the most abundant Dorilaidae found in the paddy-fields from April to late November. This is the same species that Esaki and Hashimoto reported as a parasite of the green rice leafhopper. And I also have reared many specimens of this species from the same host.

This species is near to *T. minimus* (Becker) of Europe in having the eyes in male touching for only a very short space and is differentiated by having the more conspicuous dark hairs and the more whitish dusting on the abdomen ; by having the black humeri ; by the hind trochanter of both sexes having no spines or bristles on its underside ; by the r-m crossvein being situated in the middle or slightly before the middle of discal cell and in female the piercer being upcurved.

Male. Head : Eyes jointed for only a short distance on the uppor portion of the front ; junction about equal to the length of ocellar triangle, portion of front above junction shining black, lower part silvery pubescent, at the middle of frontal triangle a small depression ; face silvery pubescent ; vertex and uppor occiput subshining, lower occiput silvery. Antennae (fig. 1 a) black, bristles of second segments short, third segment dark yellow, long acuminate, densely white pubescent, arista all black. **Thorax** : Subshining black in ground color, rather densly brownish pollinose, grayed on the margins, pleurae and metanotum ; dorsocentral hairs long, humeri and scutellum haird ; humeri black, halters yellow ; metanotum no transverse furrow. **Legs** : Chiefly black, extreme apices of femora and tibiae, base of tibiae and first four subsegments of tarsi yellow ; femora with no flexor bristles ; posterior trochanters with no spines or bristles, only with thinly white pubescence. **Wings** : Hyaline, stigma clear, third costal section about one half the length of the fourth ; fifth section almost twice as long as third and fourth combined ; r-m crossvein situated just before the middle of discal cell and well beyond the end of first vein. **Abdomen** : Slender, sides almost straight ; subshining black, lightly dusted, side densly cinereous ; fifth segment almost twice as long as fourth ; thickly coverd with smoll black setae. **Genitalia** (figs. 1 c, d) : Small, about one third the fifth abdominal segment in length, somewhat compressed to the right, subtriangular in outline with a membranous area in right side ; seventh segment not seen from dorsal view. From ventral view the membranous portion extend about the middle of eighth segment ; ninth segment black in color, somewhat wider than long ; apical cleft

broadly "V" shaped, extending about half the length of the segment on a middle line ; claspers are elongate, longer than the length of ninth segment, slender and simple, almost symmetrical, yellow in color ; cerci small, slender, orange yellow in color with long hairs.

Length : body, 3.2—3.8 mm. ; wings, 4—4.2 mm.

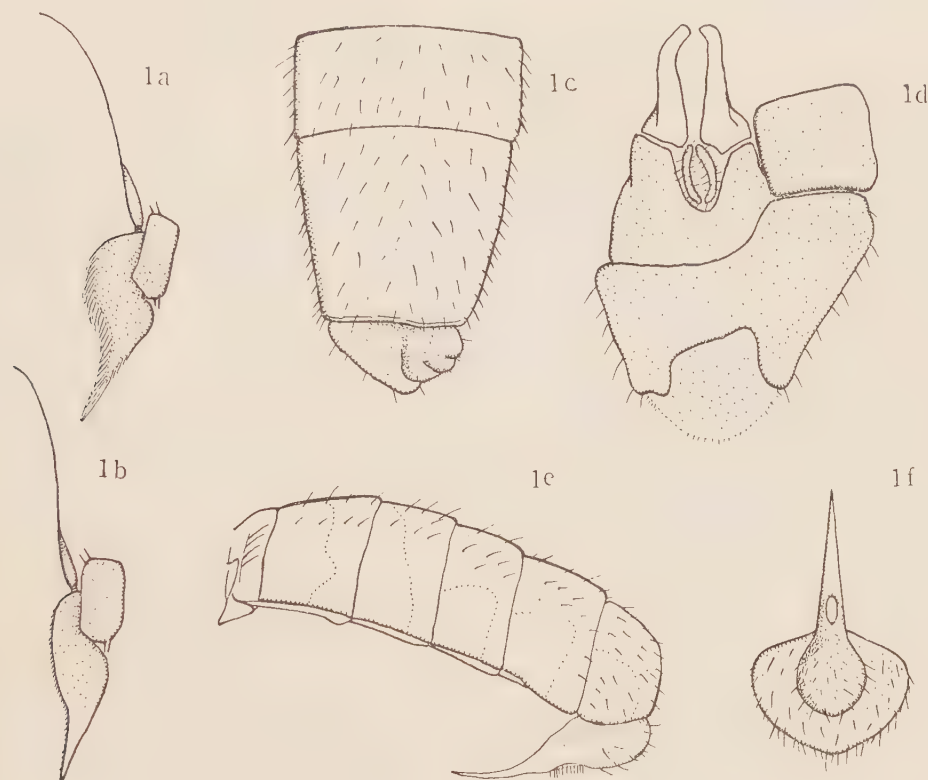



Fig. 1. Tömösváryella oryzaetora n. sp.

a. male antenna. b. female antenna. c. male genitalia, dorsal.
d. male genitalia, ventral. e. female abdomen, lateral. f. ovipositor, dorsal.

Female. Ovipositor (figs. 1 e, f) : Base of ovipositor subshining black, almost globose in shape, faintly dusted and with long black setae ; piercer but little longer than base, thickend and gradually tapering from base, slightly upcurved, extending the middle of fourth abdominal segment, reddish yellow in color. Front very broad, widest at below ocellar triangle, entirely silbery opaque ; third antennal segment (fig. 1 b) more slender and yellowish than male. Front and middle femora with a pair of little spines at abse, posterior trochanter with no spines or bristles. Abdomen with more densly black bristles and dusting white than male. Otherwise like the male.

Length : body, 3.2—4.0 mm. ; wings, 3.5—3.8 mm.

Holotype male, allotype female and 20 paratypes, 10 males and 10 females ; Tsushima, Okayama City, September–November, 1958, reared from *Nephotettix cincticeps*.

Other specimens examined : Reared from *Nephotettix cincticeps*, 1 female, Tokyo, October 6, 1951 (H. Hasegawa). Specimens collected by sweeping in paddy-fields. HONSHU : Saitama Pref. (Warabi) ; Chiba Pref. (Kisarazu) ; Shizuoka Pref.

(Shizuoka, Hamamatsu); Gifu Pref. (Gifu); Kyoto Pref. (Kibune, Kizu); Osaka Pref. (Takatsuki, Hirakata, Sakai); Okayama Pref. (Okayama, Takahashi, Niimi, Katsuyama, Tsuyama); Tottori Pref. (Yonago, Mt. Daisen). SHIKOKU : Kagawa Pref. (Takamatsu, Zentsuji); Tokushima Pref. (Tokushima, Kuwano, Mugi).

Distribution : Japan (Honshu, Shikoku)

Dorilas (Eudorylas) tsuboii n. sp.

(Figs. 2 a — f)

This species is common in paddy-fields as well as in neighbouring grasslands, especially in autumn. And this is one of the important parasites of the green rice leafhopper. In general appearance this species is related to *D. fuscipes* (Zetterstedt) of Europe, but may be separable by the genital structure of both sexes; in male the terminal depression is not so large, in female the ovipositor is very stout and the piercer is strongly upcurved instead of being short and straight.

Male. Head : Eyes joined on upper portion of front for about the length of the frontal triangle; front and face silvery pubescent; vertex shining, occiput dull black on upper portion, gray pollinose below. Antennae (fig. 2 a) black, ventral bristles of second segment strong, extends almost to the tip of the third segment; third segment brown, thinly coverd with light pubescence, short acuminate; basal two sections of arista brown, otherwise black. **Thorax** : Mesonotum brownish pollinose, margins gray; pleurae and metanotum cinereous; metanotum evenly convex, with no indication of a transverse furrow; humeri, stems of halters yellow and knobs of halters brown. Dorsocentral and marginal hairs weak, propleurae bare. **Legs** : Chiefly black, apices of femora yellow, outerside of tibiae discolored with black medianly, first four tarsal subsegments yellow, last subsegment brown; posterior trochanter with 2 or 3 weak bristles; no prominent apical bristles on all tibiae; posterior surface of mid-femora with a row of weak hairs. **Wings** : Almost hyaline, stigma brown, fills all of the third costal section; third costal section slightly longer in length than the fourth or sub-equal, fifth costal section slightly longer than third and fourth combined; r-m crossvein at basal one third of discall cell, just below the end of subcostal vein; last section of fifth about equal to the posterior crossvein. **Abdomen** : Entirely opaque, chiefly brownish pruinose on the dorsum, lightly grayed on apical margins of segments and more cinereous on the side, fifth segment about one and one half times as long as fourth, segments second to fourth subequal, sides almost straight, slightly wider at segments three to four. First tergum with a row of about 4—5 strong black bristles on each side, abdomen otherwise with sparse, minute hairs. **Genitalia** (figs. 2 c, d) : About half the length of fifth abdominal segment, somewhat compressed to the right, subquadrate in outline with a large apical depressed area. Seventh segment not seen from dorsal view. From ventral view, eighth segment round and wide, thinly coverd with yellowish pile, membranous area large subquadrate, not bisect the eighth segment. Ninth segment brownish in color, one and one half times wider than long, densly coverd with light pubescence; apical cleft broadly "U" shaped; outer and inner clasper symmetrical, longer than ninth segment, elongate rectangular, two and one half times longer than wide, square tipped at apices, black in color except brown basal one third, coverd with dense micro pile all over the outer surface. Cerci orange yellow in color, with long haires.

Length : body, 3.3—3.5 mm.; wings, 3.6—4.0 mm.

Female. Ovipositor (figs. 2 e, f) : Basal part elongate oval, shining black, without

furrow, merges into piercer ; piercer about equal to base in length, yellowish red in color, strongly upcurved, extending about posterior edge of second abdominal segment.

Front widest in the middle, gently narrowed toward the vertex, entirely cinereous. Third antennal segment (fig. 2 b) much light color and more acuminate than male. Otherwise like the male.

Length : body, 3.0—3.5 mm. ; wings, 4.0—4.2 mm.

Holotype male, allotype female and 20 paratypes, 10 males and 10 females ; Tsushima, Okayama City, September – November, 1958, all reared from *Nephotettix cincticeps*.

Other specimens examined (collected by sweeping in paddy-fields). HONSHU : Kyoto Pref. (Yamashina, Kizu) ; Osaka Pref. (Hirakata, Sakai) ; Okayama Pref. (Okayama, Gokei, Niimi, Tsuyama, Kanagawa) ; Tottori Pref. (Yonago) ; Hiroshima Pref. (Saijo, Kawaziri). SHIKOKU : Kagawa Pref. (Takamatsu, Zentsuji) ; Tokushima Pref. (Tokushima, Kuwano, Mugi).

Distribution : Japan (Honshu, Shikoku).

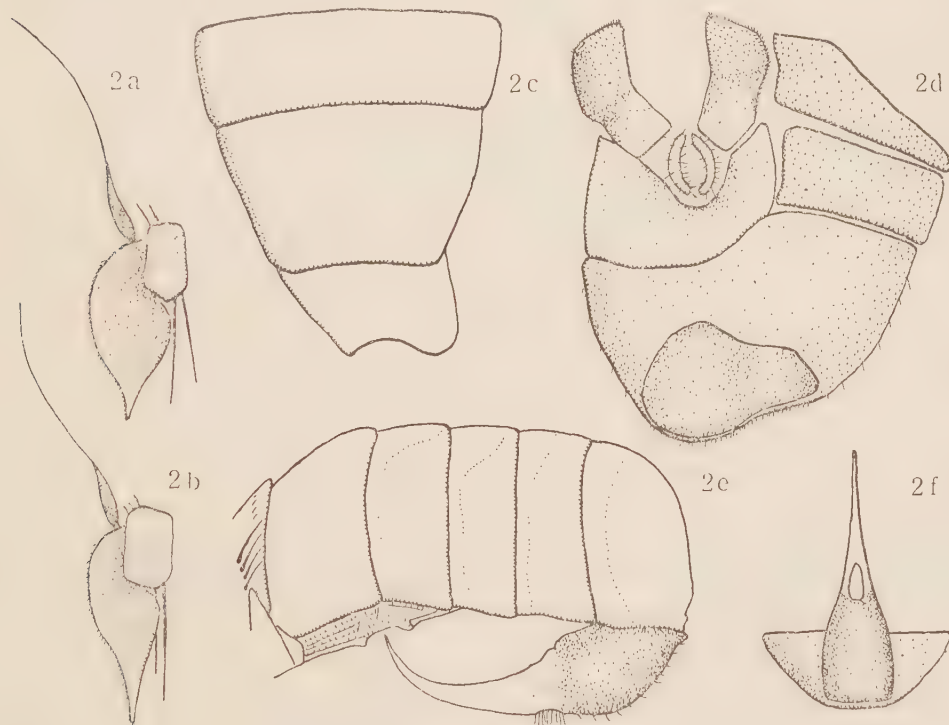



Fig. 2. Dorilas (Eudorylas) tsuboii n. sp.

a. male antenna **b.** female antenna **c.** male genitalia, dorsal
d. male genitalia, ventral **e.** female abdomen, lateral **f.** ovipositor, dorsal

Dorilas (Eudorylas) cruciator (Perkins)

(Figs. 3 a — f)

Pipunculus cruciator Perkins (1905), Hawaiian Sugar Planters Assoc. Exp. Sta. Bull., 1 (4) : 137—138, Pl. 5, Figs. 1, 6, Pl. 7. Figs., 1, 6, 7.

Dorylas ? cruciator Kertesz (1912), Ann. Mus. Nat. Hung., 10 : 296 –7.

So far as compared with the original descriptions and drawings, the Japanese specimens appear to belong to this Australian species in both the adult features and the shape of the pupal posterior spiracular plate.

Kertesz hesitated determining his male specimen from Formosa to be this species and cited it in his paper of Formosan Dorilaidae with an interrogation mark. The reasons of his hesitation were in the absence of such scuteller marginal hairs those cited by Perkins, and in the fact that the shape of the antennae does not agree with the Perkins' figure. But the former reason seems little important, because in the original description, they are "very short fine hairs" and such sparse very short hairs are sometimes observed out of many specimens. The latter reason is that the Perkins' figure is female antenna while the Kertesz' specimen is male. Judging from these consideration, this species seems to distribute through Oriental and Australian regions. This species reared from a species of *Hecalus* and a very different Jassid in Cairns, Queensland.

Male. Head : Eyes jointed for about the length of the front above antennae, front and face silvery pubescent ; upper half of occiput opaque black, brown dusted ; side and lower portion cinereous. Antennae (fig. 3 a) black, bristles of second segment short ; third segments acute at apex, light yellow, arista all black. **Thorax** : Mesonotum brownish pollinose, margins gray ; pleurae and metanotum cinereous ; humeri yellow ; stems of halters yellow, knobs brown ; metanotum without transverse furrow ; dorsocentral and marginal hairs weak, propleurae bare. **Legs** : Chiefly yellow, coxae, distal subsegment of tarsi and median dorsal surface of each femora are black ; tibiae without prominent apical bristles ; middle femora lack a row of extenser hairs. **Wings** : Hyalin, stigma brown, fills all of the third costal section, third costal section slightly shorter in length than fourth section, third and fourth combined longer than fifth costal section, r-m crossvein at one third of discall cell, slightly beyond the end of subcostal vein. **Abdomen** : Entirely opaque, brownish pruinose on the dorsum, grayed on apical half and side; sides almost straight, slightly wider at third segment, fifth segment about twice as long as fourth segment, segments second to fourth subequal ; first tergum with a row of about 4—5 strong black bristles on each side ; abdomen otherwise with minute hairs. **Genitalia** (figs. 3 c, d) : About half the length of fifth abdominal segment, subquadrate, deep oblique longitudinal groove situated right side. Seventh segment not seen from dorsal view. From ventral view the small subquadrate membranous depression on apical area of eighth segment ; ninth segment almost as long as wide, reddish yellow in color ; claspers asymmetrical, yellow to rufous in color, outer clasper broad and rounding, a sub-acutely pointing at inner apices, inner clasper orbiculate, no apical pointing.

Length : body, 3.8—4.3 mm. ; wings, 4.5—4.8 mm.

Female. Ovipositor (figs. 3 e, f) : Basal portion black, short and globose ; piercer yellowish, narrow, twice as long as basal part, abruptly termining its base, strongly upcurved, and extending to posterior edge of third abdominal segment. Front parallel at side, not widened at the middle, entirely cinereous ; third antennal segment yellowish, strongly acuminate (fig. 3 b). Otherwise like the male.

Length : body, 3.5—4.0 mm. ; wings, 4.3—4.5 mm.

Specimens examined : Specimens reared from *Nephotettix cincticeps*, 12 males and 14 females, Tsushima, Okayama City, September-November, 1958. Specimens collected by sweeping in paddy-fields. HONSHU : Kyoto Pref. (Yase, Kizu, Kameoka) ; Osaka Pref. (Takatsuki, Moriguchi, Sakai) ; Okayama Pref. (Okayama, Takahashi, Katsuyama, Kanagawa). SHIKOKU : Kagawa Pref. (Takamatsu) ; Tokushima

Pref. (Tokushima, Kuwano, Mugi).

Distribution : Japan (Honshu, Shikoku), Formosa (Koshun), Australia (Cairns)

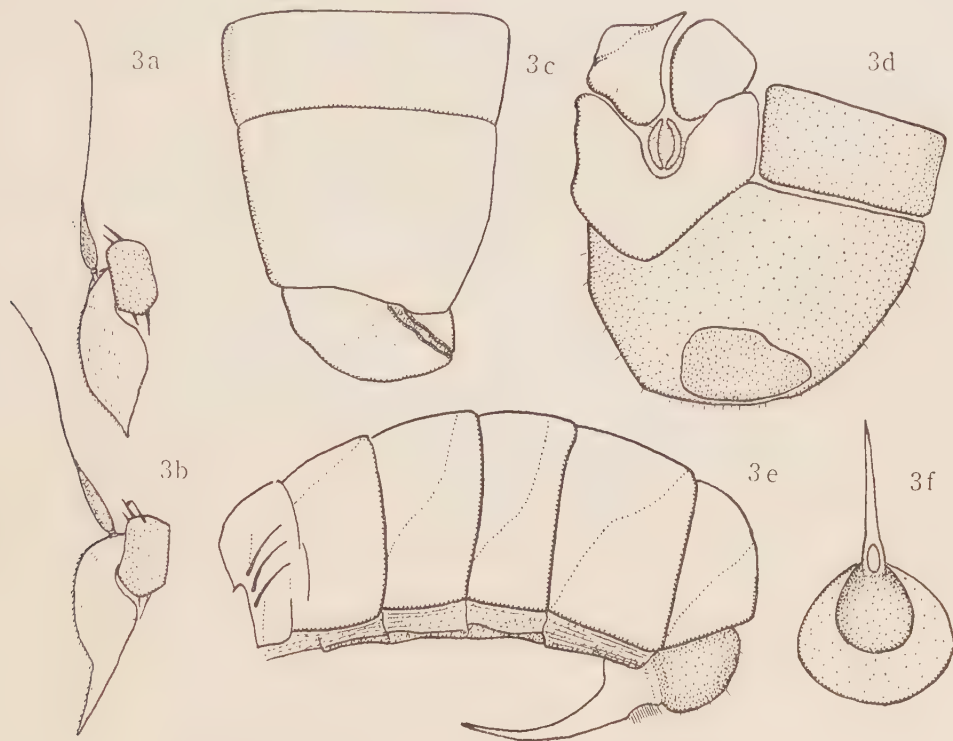



Fig. 3. Dolilas (Eudorylas) cruciator (Perkins)

a. male antenna **b.** female antenna **c.** male genitalia, dorsal
d. male genitalia, ventral **e.** female abdomen, lateral **f.** ovipositor, dorsal

Dorilas (Eudorylas) orientalis n. sp.

(Figs. 4 a—c)

This species was reared from the green rice leafhopper in Sado Is., Niigata Pref. by the entomologist of the Niigata Agric. Exp. Station. I have had an opportunity to examine this reared specimen by the courtesy of Mr. N. Fukuhara of the National Inst. Agric. Sci., Tokyo. According to my field collecting data, this species is common in the paddy-fields through the southern half of Japan, but rather small in number than the preceding three species. I have collected many male specimens always associated with the female here described. And they are estimated to be really the male of this species. But I have not found corroborative evidence of this point yet. I shall leave the description of the male till next time.

This species is related to *D. unicolor* (Zetterstedt) and *D. ruralis* (Meigen) of Europe. It differs from the former in having the straight piercer, instead of the upcurved piercer ; in having the third costal section of the wing about twice the length of fourth section, instead of being shorter than fourth. It differs from the latter in having the more cinereous abdomen, yellow humeri, more acuminate third antennal segment and longer third costal section of the wings as well as the different shape of the basal part of ovipositor. Also, the present species is related to *D.*

shanghaiensis Ohuchi from Shanghai and is differentiated by the more acuminate third antennal segment.

Female. Head : Front shining black on upper two-third, lower portion silvery pubescent ; raised in the center on upper part with a ridge of shining black extending down into the silvery portion ; widest at about middle and slightly narrowed toward the antennae and the vertex. Face silvery pubescent ; occiput brown dusting on upper portion, side and below cinereous. Antennae (fig. 4 a) dark brown to black, bristles of second segment short, third segment brown, drawn out into a long slender apex, this rostrate portion is about equal in length to the remainder of segment ; arista all black. **Thorax** : Mesonotum brownish pollinose ; pleurae and metanotum cinereous ; metanotum with transverse furrow ; humeri yellow, halters brown. Dorsocentral and marginal hairs weak, propleurae bare. **Legs** : Black, extreme apices of femora, base and apices of tibiae, four basal subsegments of tarsi yellow ; fore and mid tibiae with prominent apical bristles, femora without extensor hairs. **Wings** : Hyaline, stigma brown, fills all of the third costal section ; third costal section about twice as long as fourth section, fifth costal section slightly longer than third and fourth combined ; r-m crossvein at basal one third of discal cell, just below the end of subcostal vein. **Abdomen** : Almost cinereous, brownish pruinose on the dorsum ; side almost straight. First tergum with a row of strong black bristles on each side. **Ovipositor** (figs. 4 b, c) : Basal part of ovipositor globular, opaque black with gray polen ; piercer reddish yellow, straight, slender, reaching to the base of third abdominal segment and about twice the length of base.

Length : body, 2.5—3.0 mm. ; wings, 3.2—3.5 mm.

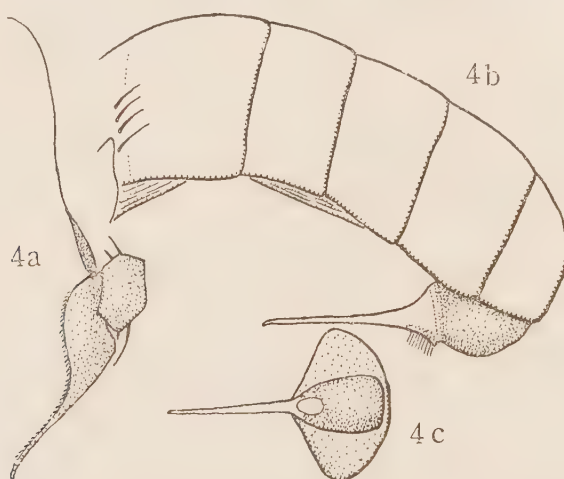



Fig. 4. Dolilas (Eudorylas) orientalis n. sp.

a. female antenna **b.** female abdomen, lateral **c.** ovipositor, dorsal.

Holotype female, Tsushima, Okayama City, September 23, 1956, collected by sweeping in paddy-fields, 15 female paratypes, same as type.

Other specimens examined : One female reared from *Nephotettix cincticeps*, Sado Is., Niigata Pref., 1958 (other exact data not known). Specimens collected by sweeping in paddy-fields. HONSHU : Miyagi Pref. (Sendai) ; Shizuoka Pref. (Shizuoka) ; Gifu Pref. (Gifu) ; Kyoto (Yamashina, Kizu) ; Osaka Pref. (Hirakata, Sakai) ; Okayama Pref. (Okayama, Takahashi, Gokei, Kanagawa). SHIKOKU : Tokushima Pref. (Tokushima, Kuwano, Mugi).

Distribution : Japan (Honshu, Shikoku).

All the types are presérved in the Collection of the Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Okayama University.

摘　　要

ツマグロヨコバイに寄生するアタマアブ類に関しては江崎・橋本（1932）が種不明の一種を報じて以来，何等の知見もない．近年，ツマグロヨコバイに寄生する本類を調査し，次ぎの4種を認めた．うち3種は新種であり，1種は日本への新分布であつた．4種とも水田には極めて多い種類である．本報では，これ等の命名記載を行つた．生態的知見に関しては別報にゆずる．

1．*Tömösváryella oryzaetora* Koizumi　ツマグロツヤアタマアブ（新称）
2．*Dorilas* (*Eudorylas*) *tsuboii* Koizumi　ツボイアタマアブ（〃）
3．*Dorilas* (*Eudorylas*) *cruciator* (Perkins)　ツマグロキアタマアブ（〃）
4．*Dorilas* (*Eudorylas*) *orientalis* Koizumi　ツマグロヒメアタマアブ（〃）

発光分光分析による林木の灰分代謝の研究*

（第2報）異なつた条件下で栽培されたスギの葉及び根における無機元素の集積について**

畔　柳　　鎮・石　川　達　芳

Studies on the Mineral Translocation and Deposition of Forest Trees by the Spectrochemical Analysis.

II. On the Deposition of Mineral Elements in Roots and Leaves of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) cultured in Several Conditions.

Shigeru Kuroyanagi and Tatsuyoshi Ishikawa

In this report, the deposition of mineral elements in roots and leaves of Sugi (*Chryptomeria japonica* D. Don) were qualitatively and quantitatively determined by the spectrochemical analysis.

The samples were cultured in several conditions : (Ⅰ) in nursery soil ; (Ⅱ) hydroponics; and (Ⅲ) Okayama municipal service water.

We used two methods which were dry-ashing process and wet-ashing process, as the treatment of samples in qualitative analysis, in the former samples were ashed at temperature lowered to 450°C in an electric muffle furnace and in the latter samples were treated with $H_2SO_4+HNO_3$, supplemented by 60% $HClO_4$.

In quantitative analysis we used only dry-ashing samples so far and have determined elements such as Boron, Calcium, Manganese, Magnesium, and Phosphorus by internal standard method, using Cadmium as the internal standard element and pure carbon powder as spectroscopic buffer. The conditions of sparking and photographing and the composition of standard samples are listed in Table 4 and 6.

The results of quantitative analysis are shown in Table 7 and 8, and it may be summarized as follows :

1) The amounts of five elements contained withi nleaves and roots were mentioned below ;

$$Ca>Mg>P>Mn>B.$$

2) The amounts of mineral elements were different with culture conditions Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ ;

Leaves ………………………………………… Ⅰ > Ⅱ > Ⅲ
Roots (B, Mn, Mg and P) ……………………… Ⅰ > Ⅱ > Ⅲ
〃 (Ca) ………………………………………… Ⅰ < Ⅱ < Ⅲ

3) The deposition of mineral elements in nursery cultured samples were larger in leaves than roots, but water cultured samples were a little different between leaves and roots.

---

* 木材並びに樹木の分光化学的研究　第11報.

** 本研究は昭和33年度文部省科学研究費交付金（各個研究）の援助によつてなされたものである.

緒　　言

樹木を含めて高等植物の成長には，その栄養源として無機元素は必要にして欠かすことは出来ないが，これが根によつて吸収せられ，幹を移行し，葉に集積されて，同化作用による有機物の造成に関与するというも，その大部分は落葉によつて，再び地表に還される．これらの元素は水耕その他の栽培実験の結果から，従来必須10元素とか，微量元素（Trace elements）とか呼ばれて，肥料としての価値が認められて来たが，まだまだこれらの各々の元素の機能にはわからない点が多い．同時にまた現実には非常に多く吸収されている元素でも，果して林木の成長に必要であるかどうかは疑しいものもある．このような林木の成長と無機元素の吸収，移動，集積等の諸現象について，筆者が年来実験して来た発光スペクトル分析の結果から，若干の考察をして見たいと思う．

特に今回の報告は，日本の代表的な造林樹種であるところのスギ（*Cryptomeria japonica* D. Don）について，苗圃で栽培されたもの（Ⅰ），水耕栽培で或る限定された量だけの培養液を与えて育てられたもの（Ⅱ）及び水道水のみの場合（Ⅲ）の3つの異なつた条件下に栽培されたものの成長と元素の吸収量との関係をこの分析結果から考察したものである．

発光スペクトル分析の精度に関しては，既に前報[1)5)]に於いても検討したが，今回は更にその向上を目指して，新たに大八木，田村，高橋氏[2)3)]の報告を参考として，Spectroscopic buffer として純炭素粉末を使用し，試料が励起加熱されたときの揮発性の斉一化を図つた．尚，内標準（Internal standard）としてカドミウムを用いたが，これは第5報[4)]で述べた炭素線は，発光条件の検定には便利ではあるが，その後の実験の結果，試料の励起との関連性に疑しい点が多くなつたので，今回新たに採用したものである．但しカドミウムの内標準としての線対には後述するように若干の難点はあるが，テルル，ニツケル，リチウム，コバルト，錫等を用いて比較した結果，試料中に見出される可能性は全く考えられないことと，各分析線対について求めた両元素の気化曲線がよく平行性を示したのでこれを採用した．

尚，本研究は，昭和33年度文部省科学研究費（各個研究）の援助によるものであつて，茲に厚く謝意を表す．

Ⅰ．供　試　苗　木

本実験に用いたスギ苗は，1年間岡山営林署五条苗圃で育成された実生苗で，種子は同じく岡山営林署加茂国有林産のものである．初め最近の山出苗の実状に合せるべく，挿木苗による実験も計画していたが，1年生の挿木苗では，地下部の発育が個体によつてその差が大きいため，上述の実生苗のみを使つて実験することとした．

1958年4月2日苗圃から得られた100本の苗木から，各区毎に5本ずつを無作為に取り出し，水耕栽培のものは根部を水道水でよく洗い，更に1週間水道水中に放置した後，径 6 cm，深さ 8 cmの磁製水耕用ポットで培養した．培養期間は4月9日より10月6日迄の180日間である．（Ⅰ）は本校試験圃場で特に肥料は与えなかつたもの．（Ⅱ）の培養液は芝本氏第Ⅰ液[6)]で Table 1 の如き組成のものである．尚，水耕液の更新は普通週2回位が適当と思われたが，

Table 1. Composition of Hydroponic Solution.

Mineral nutrition	g/1000cc
NH_4NO_3	0.0862
KH_2PO_4	0.0383
KCl	0.0423
$Ca(NO_3)_2$	0.1755
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.3675
$FeCl_3$	0.1690
PH	6

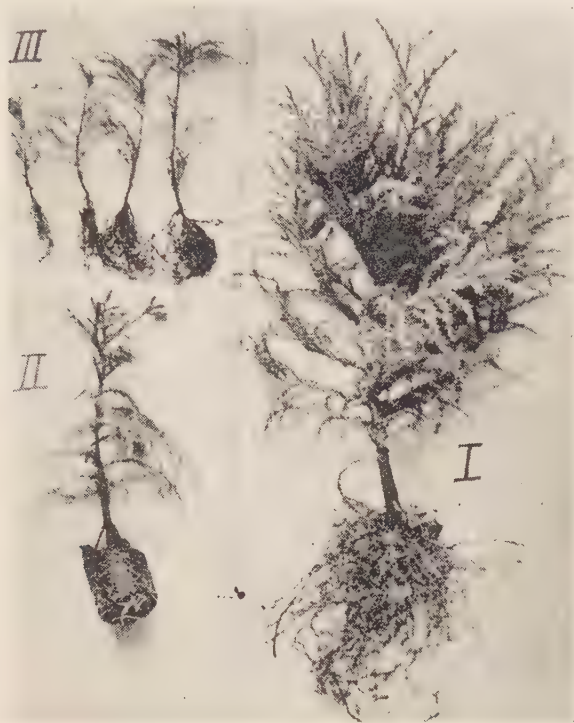
Photo 1. Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) cultured in several conditions.

Ⅰ : Nursery soil.
Ⅱ : Hydroponics.
Ⅲ : Okayama municipal service water.

Photo 2. Growth of foliage for 180 days.

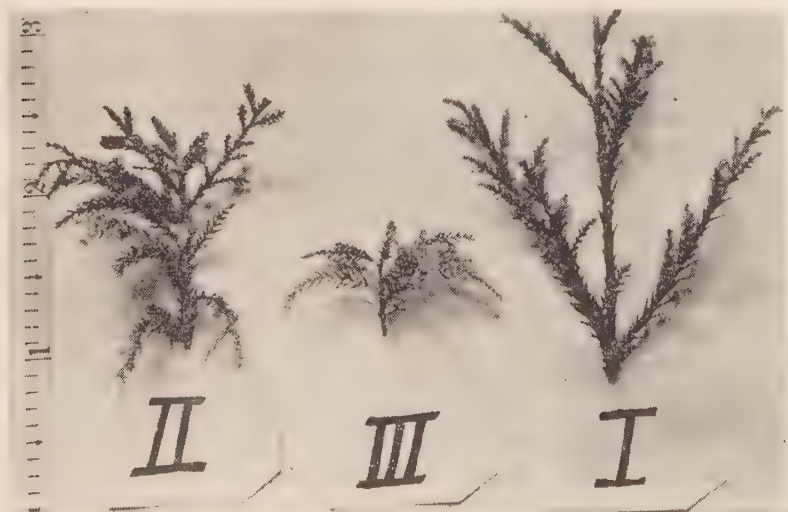



Table 2. Properties and Compositions of Okayama Municipal Service Water used in Ⅲ.

Properties		Compositions and amounts (p.p.m.)		Compositions and amounts (p.p.m.)	
Colour	Colourless	Cl	8.16	MgO	2.07
Plankton	0.0	F	0.03	PO_4	0.0123
Specific grarity (15°C)	1.0	Fe_2O_3	0.055	Na_2O	3.11
PH	6.7	Mn_2O_3	0.01	K_2O	1.84
Hardness	2.5	CaO	6.51	NO_3	0.00

今回は週1回とした．（Ⅲ）の水道水の粗成は Table 2 の如きものであつた．

上記の3つの異つた条件で栽培した結果，その成長の差を Photo 1 及び Table 3 に示す．（Ⅰ）と（Ⅱ）とではその樹高成長，根元直径及び生重量の何れも（Ⅰ）の方が勝れ，（Ⅱ）は（Ⅰ）の半分程であつたが，その灰分％には殆んど差はなかつた．これに対し（Ⅲ）の水道水のみの場合は著しく低くなる．しかし全然生長しないわけでもなく，又全然灰分が新しく成長した部分には含まれないというわけでもなかつた．分析用試料としては，地上部分は Photo 2 に示したように，この栽培期間内に成長した部分の葉，地下部分も同じくこの期間内に成長した根を何れも先端に近い部分から乾物量で 2g ずつを用いた．

Table 3. Culture Results for 180 Days.

Factors \ Culture conditions	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
Height growth (cm)	34.0	14.3	3.8
Diameter at the base of stem (cm)	1.55	0.87	0.48
Raw-weight (g)	112.50	9.95	2.40
Number of branches	15	11	6
Average length of branches (cm)	17.8	7.5	6.7
Ash abundance (%)	5.4	5.0	1.6

Notes, Ⅰ: Nursery soil.
Ⅱ: Hydroponics (TableⅠ).
Ⅲ: Service water (TableⅡ).

Ⅱ. 定　性　分　析

a）試料の処理方法，及び発光条件

試料はマツフル炉中で，450° の温度で灰化する方法[7] (Dry ashing process) と硫酸＋硝酸及び 60％の過塩素酸を加えて灰化する方法 (Wet ashing process) の2法による相違を見る為に，葉の定性分析のみはこの両法を行つた．即ち前者の方法では試料をルツボの中に入れて，ブンゼン燈又は吹管で熱する場合は局部的に熱せられ，無機質の一部が揮散する恐れがある為にマツフル炉中で均一にしかも低温で灰化を進めたものである．これに対し後者の方法は，それでも尚且つ揮発の恐れある場合に推薦せられるもので[8]，2gの試料に対し 5ml の濃硝酸を加え，褐色の煙が出るまで熱し，つぎに 1ml の濃硫酸を加えて，炭化が始まつて硝酸が全部除かれるまで熱する．ついで 1～2ml の 60％過塩素酸を加え，溶液が無色乃至淡黄色になり，過剰の過塩素酸が除かれるまで熱し続け，液量が約 1cc になつた時 100mg の炭素粉末を Spectroscopic-Buffer として混じ，乾燥後メノウ乳鉢で充分によくすりまぜ，これを電極として用いた島津製の純グラファイト電極（径6mm）に開けた径3mm の孔につめて発光させた．乾式法では得られた灰分より 25mg 秤量しこれに少量の礦酸を加えて溶し，これに 100mg の炭素粉末を加えて乾固させる．以下は前法と同様である．

発光条件は Table 4 に示したが，電極に用いた純グラファイトは従来の炭素棒よりも不純物少なく，特に硼素を全く含まないという長所がある．

Table 4. Sparking and Photographing Conditions.

Spectrograph	Shimazu QF-60
Slit width	Qualitative 0.03mm, Quantitative 0.3mm
Sparking	Feussner's Type hight frequency initiating spark
Primary voltage	90V
Predischarge time	10sec.
Exposure time	1min.
Photographic plate	Fuji process spectrographic plate (4″×10″)
Development	5min. in 20°C with FD-31 solution (1 : 1)

b）定性分析結果

定性分析の結果，試料から検出された元素とその概略の量を Table 5 にまとめた．dry-ashing と Wet-ashing とでは，Wet-ashing の方が全般に感度が落ちるようである．しかし Mg，Ca，Na，K，の4元素は明瞭に検出出来た．但し，今回の実験では Reed と CUMMING 氏[9] の実験の様に Cu の損失が Wet-process の方に全くないという事実は確認出来なかつた．これらは更によく検討しなければならない問題である．

葉と根とでは検出元素の種類には本質的な差は見出されない．栽培の条件，即ちⅠ，Ⅱ，Ⅲの間でも同様に検出元素の種類に本質的な差は見出されなかつた．ただ水道水のみの栽培によつたⅢの感度は前2者に比して著しく劣ることは当然の結果でわあるが，Mg と Ca はこの場合でも相当量検出されて居る．これらは樹体内の他の部分のものが移行したものか，或は水道水に僅かながら不純物として存在したものが（Table 2 参照）吸収されて集積されたのかわ不明であるが，今後の研究として興味ある問題である．これ等の量的考察は次の定量分析で再び検討することとする．

Table 5. Qualitative Analysis of Mineral Elements in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don)

Preparation of samples		Dry-ashing						Wet-ashing		
Parts		Leaf			Root			Leaf		
Element and wavelength (Å) / Culture condition		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
2395.6	Fe Ⅱ	+	+	−	++	+	+	−	−	−
2497.7	B Ⅰ	+	+	+	+	+	−	+	−	−
2516.1	Si Ⅰ	+	++	++	+++	++	+	++	+	−
2535.7	P Ⅰ	++	+	+	+	+	−	+	+	−
2605.7	Mn Ⅱ	++	+	−	+	−	−	+	−	−
2802.7	Mg Ⅱ	+++	++	++	+++	++	+	+++	++	+
3092.7	Al Ⅰ	+	+	+	++	++	+	+	+	+
3158.9	Ca Ⅱ	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
3247.5	Cu Ⅰ	+	++	+	++	+	−	+	−	−
3302.3	Na Ⅰ	−	+	−	−	−	−	−	−	−
4047.1	K Ⅰ	+	+	−	−	−	−	+	−	−

++++, +++, ++, Strong　+, Faintly visible　−, Weak.

III. 定　量　分　析

a）内部標準元素と **Spectroscopic Buffer.**

定量分光分析において，内部標準法 (Internal standard method) が最も精度の高い方法であるが，その基礎となる内部標準元素の選択と分析線対の決定はその眼目となるもので，厳密には測定元素の各々について，最もその励起の条件が適合するもの一つずつを選ぶべきであるが，植物資料のように無機元素の含量の少ないものでは到底不可能である．そこで既に緒言でも述べたように，数種の予備実験の結果，カドミウムを使用することとした．

次に内部標準元素と分析元素との揮発性を斉一にする目的で今回始めてSpectroscopic bufferとして，純炭素粉末を試料1に対し4の割合で加えた．

b）分析試料の調製

前述の定性分析の結果 Dry-ashing process でも，マツフル炉を使用し灼熱温度が 450°C以下という低温度であれば余り元素の揮発は恐れなくともよいことがわかつたので，操作が簡単で迅速な灰化が行える Dry-ashing 法によることとし，得られた灰分中より 25 mg を秤量し，これにあらかじめ内標準としてカドミウムの一定量を入れてよく混合した（炭素粉末 784.5 mg に対し，硝酸カドミウム $Cd(No_3)_2$ 27.4 mg 加えたもの）炭素粉 100 mg を加え時計皿上にて，若干の蒸溜水を加えてよくかきまぜ，乾固させ更らにメノウ鉢でよく攪拌した後グラファイト電極3本分の試料とした．

c）標準試料の調製及び発光条件

2，3 の予備実験の結果から，今回の定量分析の目的元素を B，Mn，Mg，P，Ca，の5元素にした．これら5元素の標準試料を調整する為に薬品として，H_3BO_4，$KMnO_4$，$MgSO_4\cdot7H_2O$，H_3PO_4 及び $CaCO_3$ を用いて，夫々常法によつて 1.0 mg/cc となるよう標準溶液を作り，蒸発皿中で Table 6 の割合に混合し，更にこの中に含まれる総薬品量の4倍量に当る炭素粉末を加えて乾固させた後，メノウ乳鉢で充分すりまぜて，これを標準試料とした．発光条件は Table 4 に示した通りで，各試料毎に3本ずつ反復撮影した．

Table 6.　Composition of Standand Samples.

Sample No.	Al	B	Ca	Mg	Mn	P	Cd
S — 1	10mg	10mg	20mg	2mg	6mg	10mg	10mg
S — 2	2.5	2.5	5	0.5	1.5	2.5	10
S — 3	0.625	0.625	1.25	0.125	0.375	0.625	10
S — 4	0.156	0.156	0.313	0.031	0.093	0.156	10
S — 5	0.039	0.039	0.078	0.008	0.023	0.039	10

d）分析線対並びに検量線

使用した分析線対と波長は次の通りである．

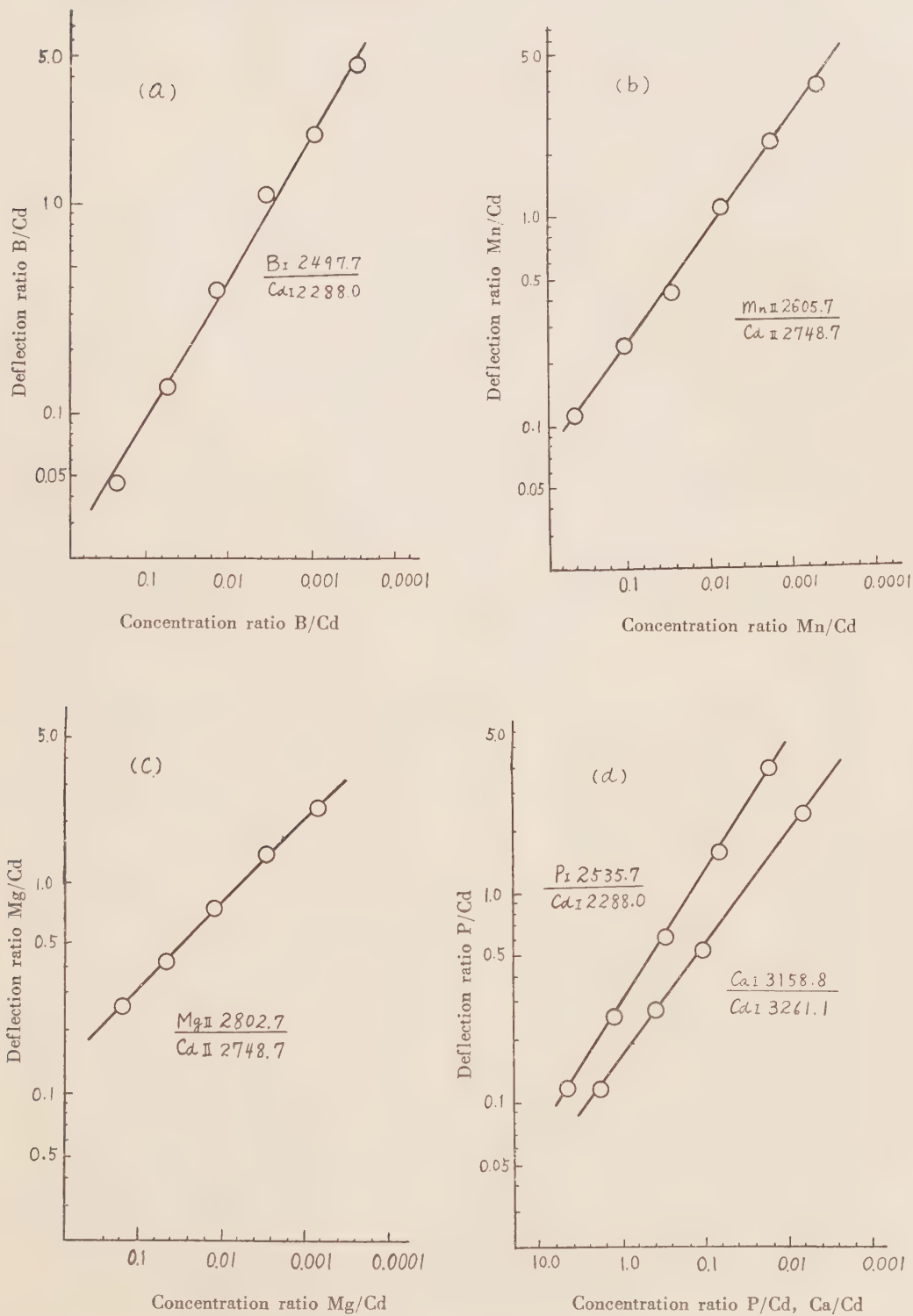
B ：　B I　2497.7/ Cd I　2288.0

Mn：　Mn II　2605.7/ Cd II　2748.7

Mg：　Mg II　2802.7/ Cd II　2748.7

P ：　P I　2535.7/ Cd I　2288.0

Ca：　Ca I　3158.8/ Cd I　3261.1

ここに元素のIとかIIという記号は，前者は原子線，後者はイオン線を示すものであつて，目

的元素の永存線が原子線であれば，内標準の輝線も原子線でなければならない．この為 B−Cd，P−Cd は共にその波長差が大き過ぎる難があるが，この揮発性についての予備実験の結果，その気化曲線は略平行して出たので，これを採用した．

各線対の黒化度の測定は，島津製の測微光度計を用い片対数紙を用いて，分析元素と内標準元素の量比を等間隔軸にとり，その各々の分析線対のガルバの読みの比を縦軸として検量線を画いた．その結果を Fig 1 に示した．

e）測定結果並びに考察

異つた条件の下に栽培されたスギの2年生苗について，その当年中に成育した部分の中，葉の部分と根の部分の乾式灰分を分析した結果を Table 7 と 8 にかかげる．この測定値は各々3個ずつの平均値である．今元素の含有量の大きさを見ると葉及び根共に Ca の量が一番多く，続いて Mg，P，Mn，B の順に減少する．特に Table 8 の右欄は Ca を1とした場合の他の元素の割合を示したものであるが，P と Mg は殆んどその傾向が似ていること，及び Mn，B の含量はこれに比べて微量であることが目立つている．又 B/Ca の値は Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，共葉及び根何れも殆んど変化が見られない．これはスギの Ca と B の摂取量が如何なる条件下でも略平行していることを示しているもので，興味ある問題と考えられる．

栽培条件による各元素の集積量の差は葉ではⅠが最高でⅡ，Ⅲの順に減少する．その減少割合を Table 8 の左欄で見ると Mn のみが特に大きいようである．根では，この傾向は一般に少くなり，特に Ca では逆となつて，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順に僅かながらその含量は多くなる．又同一の試料について葉と根の元素含有量の比較をすると何れの元素も葉に多く集積されている．特にⅠの苗圃栽培のものでは，この傾向が著しいが水耕栽培の場合はその差は余り顕著でわない．

今回の実験に於いて，

Table 7.　Results of Analysis.

Sample		Abundance (mg)				
Parts	No.	Ca	B	P	Mn	Mg
Leaf	Ⅰ	10	0.08	3.2	0.28	3.6
	Ⅱ	6.8	0.04	1.6	0.16	3.2
	Ⅲ	5.6	0.036	1.2	0.04	2.8
Root	Ⅰ	4.4	0.032	2.4	0.12	3.0
	Ⅱ	4.8	0.032	1.2	0.04	2.4
	Ⅲ	5.6	0.028	0.4	0.03	0.4

Table 8.　Abundance Ratio

Sample		W_i/W_1 Abundance Raito					W_i/W_{ca} Abundance Raito				
Part	No.	Ca	B	P	Mn	Mg	Ca	B	P	Mn	Mg
Leaf	Ⅰ	1	1	1	1	1	1	0.008	0.32	0.028	0.36
	Ⅱ	0.68	0.5	0.5	0.57	0.89	1	0.006	0.24	0.024	0.47
	Ⅲ	0.56	0.45	0.38	0.15	0.78	1	0.006	0.22	0.007	0.57
Root	Ⅰ	0.44	0.40	0.75	0.43	0.83	1	0.007	0.55	0.03	0.68
	Ⅱ	0.48	0.40	0.38	0.13	0.67	1	0.007	0.25	0.008	0.50
	Ⅲ	0.56	0.35	0.13	0.11	0.11	1	0.005	0.07	0.005	0.07

Note : Wi …… Element abundance (mg) in each sample.
W_1 …… Element abundance (mg) in sample I.
Wca…… Caltium abundance (mg) in each sample.

所謂微量元素に属する B と Mn がスギ苗木の栽培条件によつて，その吸収量に差があることがわかつたが，この結果のみではその成長に必須のものかどうかわ言えない．しかし乍ら植物体における微量元素を含めた無機元素の代謝機能解明への糸口ともなれば筆者の喜びとするところである．

IV. 総　　括

この報告はスギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) の葉及び根に集積された灰分元素について，発光分光分析による定性，定量分析の結果を検討したものである．資料は次の3つの異つた条件下で栽培されたものを用いた．(I) 試験苗畑，(II) 水耕液，(III) 水道水．

定性分析では試料の処理として次の2方法を用いた．

1つは乾式灰化法で試料を電気マツフル炉中で普通より低い温度 (450°C) で灰化するもの，今1つは湿式灰化法で濃硫酸と濃硝酸及び60%の過塩素酸を加えて完全に溶解する方法である．定量分析は乾式法による試料により，内標準としてカドニウムを用いて分析した．分析元素は B, Ca, Mg, Mn 及び P の5元素でその標準試料の組成は Table 6，発光条件は Table 4 に示した．

定量分析の結果は Table 7 及び Table 8 に示したが，総括すれば次の如く示される．

1）無機元素の量は，葉及び根共に Ca>Mg>P>Mn>B であつた．

2）異つた栽培条件による無機元素含有量の相違は，葉，根共に I>II>III であるが，根の中の Ca のみはその逆で I<II<III となる．

3）一般に苗圃で栽培された苗木では葉は根よりも著しく無機元素を多量に集積しているが，水耕栽培ではその差は少くなる傾向があつた．

文　　献

1）畔㻋　鎮 (1955)：木材並びに樹木の分光化学的研究．(第6報) 発光スペクトルによる木材中の無機元素の定量分析の精度について．日本林学会大会講演集．**64**, 312～314.

2）大八木義彦，田村繁行，高橋正雄 (1957)：肺内結核性石灰化巣の分光分析．(I) 試料処理と定性的考察．分光研究，Vol. **5**, No. 4, 22～25.

3）大八木義彦，田村繁行，高橋正雄 (1958)：肺内結核性石灰化巣の分光分析．(II) Ca, Mg, Al, P の定量．分光研究，Vol. **6**, No. 4, 13～19.

4）畔㻋　鎮 (1954)：木材並びに樹木の分光化学的研究．(第5報) 内標準法による木材，樹木並びに土壌試料の分光定量分析について．岡山大学農学部学術報告，No. 4, 50～58.

5）畔㻋　鎮 (1958)：発光スペクトル分析による樹木の灰分代謝の研究．(第1報) 樹木の生長と無機元素の吸収について．日本林学会関西支部大会講演集．**8**, 30～31.

6）芝本武夫 (1943)：スギ，ヒノキ，アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究．**49**，林野庁．

7）Mitchell, R. L. (1956)：The Spectrographic Analysis of Soils, Plants and Related Materials. 120, Commonwealth Agricultural Bureaux, in Great Britain.

8）Stiles, W. (1944)：Trace Elements in Plants and Animals, Cambridge University press. (木村健二郎，田中元治，不破敬一郎共訳：W. スタイルズ微量元素，朝倉書店).

9）Reed, J. F. and Cummings, R. W. (1941)：Determination of Cupper in Plant Materials using the Dropping Mercury Electrode. Industr. Engng Chem. (Anal. ed), **13**, 124～127.

10）Thimann, K. V. (1957)：The Physiology of Forest Trees, The Ronald Press Company, New York.

11）Jackson, M.L. (1958)：Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

日長時間の長短が *Dahlia* の生育及び球根の収量に及ぼす影響について

（第1報）夏に於ける短日の影響

安田　勲・横山二郎

Effect of Day Length on Growth and Root Formation of *Dahlia*.
I. When subjected to Short Day Treatment in Summer.

Isao YASUDA and Niro YOKOYAMA

The purpose of this paper is to report the growth and the root formation of *Dahlia*, especially the yield of tubers when subjected to short day treatment. The experiment was carried out from spring to summer in 1958. Species used in this experiment was "Hanagasa" (medium decorative). The plan of short day treatment was following.

lot of 7 day hours	Shining from 10 am to 5 pm
lot of 10 day hours	Shining from 7 am to 5 pm
lot of 13 day hours	Shining from 6 am to 7 pm
lot of Control	Normal day length

Tubers used in each test were 12 and an average original weight was about 100 g. Tubers were planted on April 15 and short day treatment lots were shaded by black vinyl film from June 1 to July 31. Tubers were digged out on September 1 and the research was set about from September 6 and the results were following.

1) Number of flowers blossomed until September 1 was most abundant in the case of 13 hours lot and least of 7 hors lot, but there was not seen so large difference of stem height and node number in each lot.

2) As for the whole weight of tuber digged out, lot of 7 and 10 hours length was larger than the lot of 13 hours and control. However, a definite tendency was not found as for the number of new formed tubers.

3) Number and weight of fibrous roots increased in proportion to the day length longer.

4) The weight ratio of whole tuber to dry weight of above ground portion was maximum at 10 hours lot, and 7 ; 10 ; control ; 13 hours lot followed it.

I. 実験の目的

植物に短日処理を行うと地上部は勿論，地下部にも種々の影響を与えることは周知の事であつて，これまでの例として晩生のバレイショ，キクイモ，ベニバナインゲンなどでは地下器官を著しく発達させたという報告がある．この処理をダリヤに応用して見たら果して同様な影響があるであろうか．若し球根の収量を増加する結果を得られるなら，球根の増殖という点でプラスになるので主としてその面の調査を目的としこの実験を行つた．この実験は1957年に予備実験をし，1958年に再びこれを繰り返した．従つて2カ年の実験結果の中，1958年の分を主とし，説明の中に前年度の結果を適宜折込んで後に述べるようなデータを作つて見た．

この研究は昭和32年度文部省科学研究費の一部を受けてなされたものである．

II. 実験の設計

1. 品 種 花笠（中輪デコラチーブ咲，赤花）

2. 実験区の内容 供試球根は全部同じ重量と形態のものが望ましいのだが，実験の都合で1区12球の平均 100g 程度のものを用いた．実験区の設計は下の如くである．

日照時間	内 訳	供試球数
7 時 間	10 ～ 17	12
10 時 間	7 ～ 17	12
13 時 間	6 ～ 19	12
比 較	自然状態	12

被覆材料 黒色ビニール
栽培面積 各区1坪，計4坪
定 植 日 4月15日
遮光期間 6月1日～7月31日
掘 上 期 9月1日

3. 栽 培 植付場所は実験室前の日当りよい畑で，土質は花崗岩より成る乾燥地である．肥料は各区共堆肥 7kg の外，硫安，過燐酸石灰，硫酸加里を慣例に従つて施した．球根から出た芽は最もよいもの1個を残して他を摘みとり，摘心はせずに最後迄自然のままとした．

4. 調査方法 主な調査目的は掘上げた球根の重量，数量，親球と新球の肥大，繊維根の重量と数量，地上部の風乾重と球根との割合などであるが，同時に草丈，節数及び開花数なども調べて見た．

III. 実験結果

(イ) 草丈と節位

草丈と節数の調査は5月10日から8月10日まで行つたが，その結果は第1表に見られる如く各区間にさほど大きな差異はない．ただ，節数がどの区も6月10日までは増加しつつあるのに，6月20日以後8月10日までは全く同じで変りのないことは面白い．

Table 1. Height and Number of Node of *Dahlia* in Each experimental Lot.

lot	articles \ date	May 10	June 1	June 10	June 20	July 20	July 31	Aug. 10
7 hours	Height (cm)	8.2	26.5	50.3	77.5	99.1	101.0	101.9
	Number of node	5.6	5.9	7.5	7.7	7.7	7.7	7.7
10 hours	Height	7.5	21.5	38.6	64.3	90.2	91.2	91.9
	Number of node	5.3	5.7	7.1	7.8	7.8	7.8	7.8
13 hours	Height	9.8	26.1	42.8	67.6	104.7	108.0	111.6
	Number of node	6.0	6.3	7.3	7.9	7.9	7.9	7.9
Control	Height	8.7	28.0	38.5	58.8	98.2	104.7	109.5
	Number of node	5.5	5.8	7.4	7.9	7.9	7.9	7.9

(ロ) 開花数

開花の始まつたのは6月20日頃であつたので，調査は6月21日より8月31日の30日間とした．この期間を通じて最も多くの花をつけたのは13時間区で総数446，次が10時間区の235，標準区の211，7時間区の158個の順であつた．これらが時期的にどのような振合になつたかは第1図に示したように，咲き始めてから7月5日頃迄は各区間に差はないが，その後7時間区はあまり上昇せず，最後にはようやく標準や10時間区に追いついている．10時間と標準区は殆ん

ど同じような咲方を示し，総数も似たような結果となつた．然るに，13時間区のみは7月16日以後著しく開花数を増し，断然他区を凌いでいる．7月21～25日に於て各区の開花数が何れも低下したのは乾燥のためであると想像する．何れにせよ，開花数は次第に尻上りになつており，秋に向つて更に増加するのではないかと考えられるが，今回の実験では球根の調査に重点を置いたので，開花の状態は8月10日以後行なつていない．

Fig. 1. Number of *Dahlia* flowers of each lot observed in the flowering period.

(ハ) **球根の重量**

9月1日に掘上げた各区の球根の重量を計つて見ると，総重量の平均は植込んだ球の大きさの倍率からみて10時間区が最大で，7時間区や標準区がこれに次ぎ，13時間区は最小であつた．球根の総重量とは親球，繊維根（球根にならなかつた細根），茎の残り（球根の頂部）及び新球の総和で，これらを別々に計算して見ると，親球及び新球の重量は総重量と同じ順位であるが，繊維根と茎の残部の重量は7時間区と10時間区は少く，13時間区と標準区とは大となつて，日長の

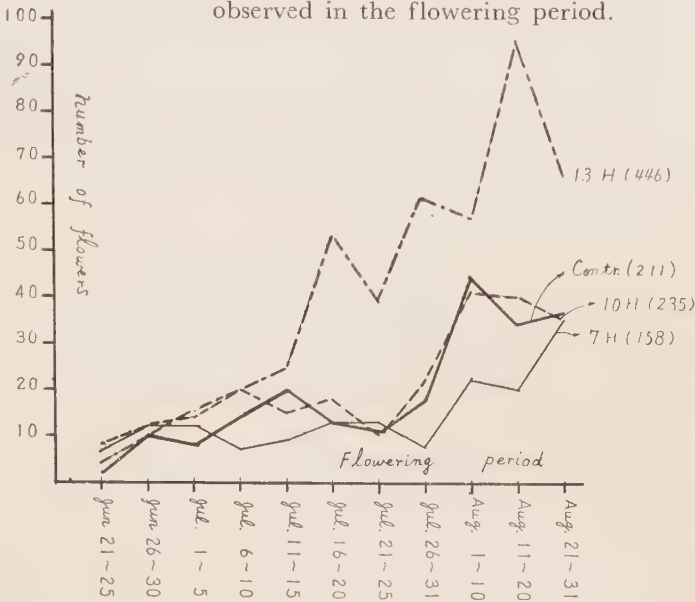



Table 2. The Weight of Original Tubers in Each Lot in this Experiment. (1958)

Lot ＼ No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7 Hours	142.0 g	154.5	264.5	85.0	109.0	113.5	93.5	65.0	70.5	40.0	36.5	*26.0
10 Hours	136.5	*182.5	217.5	106.5	115.5	130.5	82.0	70.5	66.0	56.5	22.0	15.0
13 Hours	140.0	152.0	224.0	100.5	127.0	130.0	89.0	72.5	52.5	54.0	43.5	15.0
Control	136.0	163.0	245.5	164.5	76.0	122.0	62.5	57.0	60.0	43.5	41.0	24.0

* Died after planting, so statistics of later yield was omitted.

Table 3. Weight of Tubers (Whole, Old, New) digged and Relation of Dry Weight above Ground Portion to Tubers. (1958)

Lot ＼ articles	Whole weight of tubers. (A)	Old tuber	New tuber	Fibrous root	Remainder of stem	Ratio of (A) to original tuber	Dry weight of above ground portion. (B)	Ratio of (A) to (B)
7 Hours	307.0 g	185.1 g	102.7 g	4.7 g	14.5 g	2.88	55.3 g	5.55
10 Hours	307.7	182.1	106.6	5.3	13.7	3.22	48.9	6.29
13 Hours	220.6	143.3	40.7	12.4	24.3	2.20	109.6	2.01
Control	302.7	165.8	92.6	12.4	31.9	3.04	156.8	1.93

長くなるにつれ球根以外の部の重量の増していることを示している．

以上は根部だけの比較を述べたのであるが，地上部を風乾したものとの比率を求めて見ると，7時間と10時間の短日処理区に於ては，地上部に比して地下部の重量が5～6倍に達したのに，13時間及び標準の2区はわずか2倍止りで，球根の絶体重は短日処理をしたものが著しく大である．然し，この実験では10時間区が7時間区より僅かながら比率が大きくなつている．以上に関しての実験結果を示したのが第2表及び第3表である．

㈡ 球根及び纎維根の数量と形状

Zimmerman 及び Hitchcock (1929) 氏によるとダリヤの挿木苗で7及び9時間の短日処理を施した場合は標準区に較べて，纎維根が少なく球根が多いことを指摘しているが，本実験に於てもこの傾向は全く一致していて，数量だけでなく重量も短日処理の日長時間の少ないほど大となつている．所が，新らしく出来た球根そのものの数は区々であつて一定の傾向を知ることが出来ない．これについては後に考察の項で言及したいと思うが，新球の出来る数量は日長よりは何か別の原因が作用するのではなかろうか．

次に，出来た球根の形状についてであるが，前記両氏は短日の著しいほど球根の形が丸型となり，反対の場合は細長くなると述べている．この実験でわれわれの観察した所では必らずしもそうした傾向は見られず，形は種々であつた．普通に栽培したダリヤ球を掘上げた場合でも品種により，また同一品種間に於ても長短いろいろの形のものが出来ることがあるから，どんな品種でも短日にするほど丸型になるとは限らぬような気がする．以上の結果をテーブルに表わしたものが第4表である．

Table 4.　Average Number of New Tubers, Fibrous Roots and Size of Tubers.

Lot	Number of New tubers	Number of Fibrous roots	Size of New tubers	Size of Original tubers	Number of Plants used
			* cm **	* cm **	
7 Hours	3.55	4.2	2.4×5.9	5.3×12.1	11
10 Hours	2.55	4.9	2.9×7.8	5.6× 9.6	11
13 Hours	2.00	9.3	2.3×6.5	4.9×10.4	12
Control	3.70	10.0	3.3×6.8	5.9×10.0	12

* Maximum diameter of tubers.　** Maximum length of tubers.

Ⅳ．考　　　察

先ず予備実験として前年 (1957) に行つた結果と比較して見るのに，この年の浴光時間は7, 10の2区であつたのと浴光期間が同年6月1日から7月10日までの40日間に過ぎなかつた点が本年とは異なる．掘上期も本年は実験終了1ヵ月後の9月1日であつたのに，昨年は12月2日とかなりおそくまで圃場にあつたので球根総重量の中，新球根の重量がはるかに大きく，親根の方は極く小さい．このことは栽植期間が長かつたため秋の短日の影響で親球の養分が新たに出来た球根の生成に費消されたためであると考えられる．そういうわけで，遮光期間が短かつた上に掘上げがおそかつたので，その結果を今年と較べることには無理があるが，途中で調べた開花期の早晩は短日区が早く，標準区はやはりおそい．

さて，球根の総重量は7時間区が最大で，標準区がこれに次ぎ，10時間区が最小であつた．新球だけの重量は標準区が一番大きく，10時間区が最小であつた．昨年度の場合，地上（茎葉）部の測定を行わなかつたので地上部の風乾重との比較は出来なかつたが，本年度の結果から推し

て絶対の総重量は遮光区が大きいものと想像される．繊維根の数と重量は浴光時間の多いものほど大となり本年の結果と大体一致した．出来た1株当りの球根数は区々で今年同様日長と特別な関係は見られず，この点も本年の実験と似ている．このことについては ZIMMERMAN & HITCHCOCK 両氏も挿木苗の球根の実験で言及されておらないので，更に実験をやつて見なければ分らない．また，出来た球根の形は本年同様種々様々で ZIMMERMAN 氏等の言う如く短日区が丸型で，長日（比較）区が細長いとは限らない．以上に述べた昨年度の成績を表示すると第5表のようである．

Table 5.　Weight of Tubers (Whole, Old, New) ; Shape of Tubers ; the Weight, Number of Fibrous Root digged in 1957.

Lot	Whole weight of tubers *	Weight of old tubers	Weight of new tubers	Size of new tubers	No. of tubers	Fibrous root	
						Number	weight
7 Hours	528.0 g	87.0 g	440.6 g	3.8×8.8 cm	5.2	2.3	1.3 g
10 Hours	423.2	88.8	334.1	3.9×9.6	4.3	3.0	3.0
Control	512.8	41.0	471.7	3.5×8.9	5.0	3.1	4.3

* This weight contains the remainder of stem.

所で，ダリヤはすべて short day plant であるかというのに，ポンポンダリヤなどは長日である5月でも6月でも花の咲くことは珍らしくない．著者等の栽培しているカクタス咲品種で〝星〟という黄花のダリヤも温室で球を芽出しさせ，4月に圃場に定植すると，5～6月にはどんどん咲いてくる．ZIMMERMAN 氏等は日長に関係なく，開花する例としてポンポン咲（品種 Arthur）をあげているが，実際にはポンポン咲以外のダリヤの中にも光に independent な品種群があるのではないだろうか．少なくとも日長に反応して開花生育する段階の品種があるのではないかと考えられる．そして若し，それらが短日によつてあまり異つた反応を示さないとすれば，実験材料には純短日性の品種を用いないと反応が明にならぬことになる．只，短日時間にさらされると前記のポンポン咲も球根の発生がよく，長日では花は咲いても球根の生成はわるいとされている．このことは開花現象は炭水化物の蓄積とは関係なく唯日照の長さによつて支配されると考えなければならない．ダリヤを例にとると開花現象と球根の生成とが必らずしも平行して行われるとは限らないということになり，それを追及するのも一つの課題のようである．更に想像をめぐらして見ると，ダリヤには花芽分化前中性或は長日，分化後短日という性質のものも存在するのではないかという気もするので，今後この方面の実験をも併せて行つて行き度いと思つている．

この実験からダリヤの球根を増殖する場合，短日状態におけば地上部に比してかなりの重量の根部を得られることは出来ると思うが，植えて見ると，重量の大きい親球が必らずしもそれと比例した球根を生ずるとは限らない．大きい球は生育も大きいとして後に挿木苗をとつたりするには有利であろうが，球根増殖の目的から云えば形或は重量は小さくとも球根の数の多いことが望ましい．そしてこの点は浴光時間によつては求められず，用いる品種によるものではないかと思われる．

V．摘　　　要

ダリヤを短日処理することによつて開花の状態，地上部の生育，特に地下部（球根）の生育が如

何なる影響を受けるかを知ろうとして，1958年の春から夏にかけて実験を行つた．実験に用いた品種は中輪デコラチーブ咲の "花笠" という切花用のもので，短日処理の設計は次のようであつた．

7 時間日長区　　午前10時より午後 5 時まで浴光
10 時間日長区　　午前 7 時より午後 5 時まで浴光
13 時間日長区　　午前 6 時より午後 7 時まで浴光
標　準　区　　自然日照のまま

1 区当りの球根数は12個，1 球の重量は平均して 100g のものを用いた．定植は4月15日で，遮光期間は6月1日より7月31日の2カ月とした．9月1日に圃場の全球根を掘上げ，9月6日より調査を行つた結果は次の通りであつた．

1．9月1日までの総開花数は13時間区が最大で7時間区が最も少なかつたが，草丈と節数は各区とも大差がない．

2．掘上げた根の重さの平均は10時間区，7時間区，標準区，13時間区の順に小さくなるが，球根が地上部の風乾重に対する比率では10時間と7時間の両区がはるかに大きく，13時間及び標準区は小さい．

3．球根とならなかつた繊維根の数量及び重量は日照時間の少ない区ほど少なく，日照時間ののびるに従つて大となる．

4．新球根の数は日長処理の時間数と特別関係はないようである．これは何か他の原因によるのではなかろうか．

参　考　文　献

1) P. W. Zimmerman and A. E. Hitchcock (1929) : Root formation and flowering of *Dahlia* cuttings when subjected to different day length. Bot. Gaz. **87**, 1～13.

2) M. A. Tinker and F. V. Darbishire (1933) : Studies on the formation of tubers and other storage organs. Ann. Bot. **47**, 27～53.

3) W. W. Garner and H. A. Allard (1923) : Further studies in Photoperiodism, the relative response of the plant to relative length of day and night. Jour. Agric. Res. **23**, 871～920.

4) 吉井義次 (1949)：植物の光週性.

岡山県の原料乳について

乳固形分算定式の検討

今村経明・片岡　啓・加納奎一
鈴木　聖　(岡山県衛生研究所)

Studies on the Raw Milk utilized in Okayama Prefecture.
The Milk-solids Calculating Formula.

Tsuneaki Imamura, Kei Kataoka, Keiichi Kano and Kiyoshi Suzuki

Statistical investigations of various milk-solids calculating formulas had been performed with 228 samples of Holstein's milk during June in 1956 to Dec. in 1958. The specific gravities and fat contents of them lowered slightly in summar, but their SNF contents decreased remarkedly in the season. Then, significant difference was also observed in summar between the calculated and determined milk-solids contents. This fact was resulted from the lowering of SNF content, so the use of correcting factor was neccessary to obtained better results. Similar results were observed in October's samples.

There were no significant differences in the chemical components of milks colected from the older, pre-war, experienced farmers and unaccustomed new ones.

牛乳成分の 80 ～ 90 %は水である．これを蒸発させれば乳固形分が得られるが，それには非常に時間がかかり，多数の試料を分析するのは容易ではない．そこで比較的簡単で且つ多数の試料について実施出来る脂肪と比重から算出する方式が利用されている．この算定式は各国とも，それぞれの地方に適した方式が利用され，我国でも *Babcock* 式を補正した中江算式があるが，何れも脂肪の高い牛乳では脂肪以外の固形分,即ち無脂乳固形分(以後 SNF と略す) も多いことに基づいている．処が近年脂肪の増加に SNF の増加が伴わないために，従来の算式では良好な近似値が得られなくなつた．例えばチーズ製造の際に，その品質及び収量に影響する蛋白質の量を正しく求められなくなつた．この様なことは英国，ニュージーランド，オーストリヤ及び南アフリカその他で問題になつているが，英国では 1926 ～ 1950 年の間に SNF が 0.17 %低下している事が報告されている.[1] 加えて，植物油脂及び水産動物油脂の利用拡大によつて牛乳の食品価値が脂肪給源から蛋白給源に変化し，蛋白質の経済的価値が向上したために，乳固形分算定式の検討を要する様になつた．

我が国の牛乳については，既に日本乳業技術協会（以後 NGK と略すことがある）が行つた最近 3 年間に亘る調査によつて従来の中江算式が改訂された．しかし牛乳の組成は地域によつて異る事が多いので，前報[2)3)] に続いて，岡山県の牛乳について各種算定式の適合性を検討して見た．

I．実　験　方　法

1）試料の採取．1956 年 8 月より 1957 年 6 月まで隔月に採取した試料及び，1958 年 8 月及び 12 月に採取した試料，計 228 点について実験した．採取の方法は前報と同様であるが，採取地区

第1図 試料採取地区

○ 新酪農家 ● 旧酪農家 ◉ 合乳

は第1図に示す如くで数個所追加している.

2）脂肪，乳糖及び蛋白質の定量．前報と同様にして行つた．[4)5)]

3）乳固形分の定量．牛乳を 95 ～ 100°C で乾燥して水分を測定しこの値を 100 % より減じて乳固形分%とした場合と，牛乳を 530 ～ 550°C で灰化して得た灰分%を脂肪，蛋白質及び乳糖%に加えて乳固形分%とした場合がある．

4）乳固形分算定式．多くの式の中から代表的と思われる次のものを選んだ．[6)7)]

Fleischmann 算式　$T = 1.2F + 2.665\frac{100S - 100}{S}$

Babcock 算式　$T = 0.25L + 1.2F$

及びその変式　$T = 0.25L + 1.2F + X$

式中 T：乳固形分%，S：比重，L：牛乳比重計の読み，F：牛乳の脂肪%を表わす．

Babcock 変式における X の値は，*Hehner-Richmond* 算式では 0.14 ；中江 算式では −0.11 ；NGK 算式では −0.40 である．[8)]

II．実験結果並びに考察

1）脂肪及び SNF 含量，1956 年より 1957 年 6 月までの試料については前報に報告してあるがその後の試料について得られた結果を加えて推計処理を行つたところ第 1 表に示す結果を得た．

NGK の調査によれば，[9)] 比重は年平均 1.0308 で最低値は 7 月（1.0303）に，最高値は11 月（1.0315）に示されているが，本研究の結果では殆んど変化がなく，夏季に僅かに低下しているに過ぎない．脂肪は年平均 3.29 % で，1 月が最高（3.49 %）で，8 月が最低（3.14 %）である．前報においては年間殆んど変化しないとの結論を得ているが，推計学的に得た平均値を見ると，8 月及び 10 月に稍低い値を示している．SNF の全国平均は 7.98 % で，6，8，11 月に高い事が報告されているが，第 1 表では夏季に SNF が低く比重低下の原因となつていると思われる．

また脂肪と SNF との間には日本全国で SNF=1.90+1.78F，中四国では SNF= 5.45+0.73F，北海道では SNF=7.77+0.12F なる回帰方程式が成立し，北海道では脂肪に比し SNF

第1表　原料乳の化学的組成

	比重			脂肪 (%)			無脂乳固形分 (%)		
	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n
2　月	1.0309	0.0008	29	3.41	0.215	29	8.15	0.153	27
4　月	1.0307	0.0008	31	3.45	0.193	31	—	—	—
6　月	1.0306	0.0010	28	3.41	0.145	28	7.63	0.245	25
8　月	1.0305	0.0012	25	3.27	0.404	25	7.58	0.336	25
10　月	1.0306	0.0019	28	3.36	0.264	28	7.65	0.248	22
12　月	1.0308	0.0003	28	3.49	0.186	28	8.02	0.157	26

M……平均値，σ……標準偏差，n……試料数

が多く，関西はこの逆にあり，中四国は比較的脂肪と SNF が比例すると云う.[10]

2）各算定式より得られる値の比較．第2表に一括して表示してある．最も近似した値を示す NGK 算式の場合でも実測値との間に6月：+0.316％；8月：+0.326％；10月：−0.125％；12月：−0.032％；2月：−0.139％の相違がある．

第2表　各算定値と実測値との比較

	Babcock 算式 (%)			中江式 (%)			NGK 算式 (%)			Fleischmann 算式 (%)			Hehner-Richmond 算式 (%)			実測値 (%)		
	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n
2月	11.85	0.377	29	11.76	0.350	29	11.45	0.377	29	12.11	0.361	29	11.99	0.369	29	11.59	0.310	27
4月	11.92	0.363	31	11.82	0.379	31	11.63	0.361	31	12.10	0.362	31	12.07	0.382	31	—	—	—
6月	11.80	0.363	28	11.68	0.382	28	11.40	0.363	28	12.05	0.384	28	11.93	0.376	28	11.08	0.369	25
8月	11.63	0.637	25	11.56	0.629	25	11.25	0.629	25	11.91	0.619	25	11.76	0.634	25	10.93	0.565	25
10月	11.65	0.617	28	11.53	0.652	28	11.24	0.634	28	12.04	0.535	28	11.79	0.645	28	11.12	0.422	22
12月	11.91	0.452	28	11.79	0.441	28	11.51	0.452	28	12.18	0.450	28	12.08	0.433	28	11.55	0.301	26

M……平均値，σ……標準偏差，n……試料数

仮に6月と8月のデーターを夏季分とし，2月と12月のものを冬季分として整理した結果（第6表）について考えると．

夏季　n $\frac{56}{52}$，t 3.848，p <0.001

冬季　n $\frac{47}{47}$，t 1.114，p >0.05

となり，冬季には NGK 算式と実測値との間において有意差を認めないが，夏季には有意差が認められる．この原因を第3表～第5表に示した各因子間の相関関係から考察すると，夏と冬における SNF 含量の相違にあると思われる．

従つて夏季における牛乳の固形分含量を算出する場合には補正値を設定するのが望ましいかと考えられる．我々の実験で得た資料から推計処理で求めた補正値は−0.573であつた，

第3表　夏季牛乳及び冬季牛乳の化学的組成における有意差の検定

	n	t	p
比重	56 50	1.873	p >0.05
脂肪	56 50	2.112	p <0.05
無脂乳固形分	52 47	7.881	p <0.001
全乳固形分（実測値）	52 47	9.355	p <0.001
全乳固形分（NGK 算式）	56 47	1.431	p >0.05

3）新酪農家と旧酪農家の乳の比較．酪農振興の言葉につれて新しく乳牛を飼育し始めた農家

第4表　全乳固形分実測値に対する脂肪及び無脂乳固形分の相関関係

	脂肪				無脂乳固形分			
	n	r	t	p	n	r	t	p
6　月	25	+0.762	5.643	p<0.001	25	+0.925	11.675	p<0.001
8　月	25	+0.630	3.891	p<0.001	25	+0.695	4.636	p<0.001
12　月	26	+0.888	9.460	p<0.001	26	+0.715	5.010	p<0.001
2　月	27	+0.884	9.455	p<0.001	27	+0.785	6.336	p<0.001

第5表　各成分因子間の相関関係

	比重対脂肪				比重対無脂乳固形分				脂肪対無脂乳固形分			
	n	r	t	p	n	r	t	p	n	r	t	p
6　月	25	+0.615	3.740	p<0.01	25	+0.777	5.920	p<0.001	25	+0.477	2.603	p<0.02
8　月	25	+0.319	1.614	p>0.05	25	+0.544	3.109	p<0.01	25	+0.125	0.604	p<0.50
12　月	26	+0.619	3.861	p<0.001	26	+0.573	3.425	p<0.01	26	+0.439	2.394	p<0 05
2　月	27	+0.267	1.385	p>0.05	27	+0.611	3.859	p<0.001	27	+0.440	2.450	p<0.05

n…試料数，r…相関係数，p…確立

は相当な数に達する．これらの農家の乳が旧酪農家のそれに比べて劣ることを屢々耳にする．この点を確かめる為に太平洋戦争を境にして以後（戦後）に始めた処（第1図にて白丸にて示される）と古い処（第1図中黒点で表わされる）の乳を比較したところ，第6表に示す結果を得た．各成分の平均値は旧酪農家の乳の方が稍秀れている様に思われるが，差の検定の結果

脂　肪　　n $\frac{60}{46}$，　t　0.587，　p　>0.05

SNF　　n $\frac{55}{44}$，　t　1.784，　p　>0.05

となり両者の化学的組成に有意差は認められなかつた．

第6表　新旧農家の生産する牛乳の比較

		比重			脂肪（%）			無脂乳固形分（%）			全乳固形分 実測値（%）			全乳固形分 NGK算式（%）		
		M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n
夏	新	1.0293	0.0011	30	3.26	0.338	30	7.25	0.410	28	10.63	0.621	28	11.23	0.595	28
	旧	1.0310	0.0010	20	3.36	0.257	20	7.46	0.369	19	10.86	0.502	19	11.43	0.423	19
冬	新	1.0307	0.0010	30	3.44	0.223	30	8.04	0.175	27	11.49	0.343	27	11.51	0.399	30
	旧	1.0311	0.0007	26	3.56	0.194	26	8.14	0.144	25	11.62	0.272	25	11.54	0.350	26

M……平　均　値，σ……標準偏差，n……試料数
新……新酪農家の乳，旧……旧酪農家の乳．

4）乳固形分算出法の比較．本報における乳固形分量は，実験方法の項で述べた如く同一の方法によつて得られた値ではない．そこで夏季と冬季に得た計28個の試料について，水分%を100%から減じて得た乳固形分%（A）と脂肪，蛋白質，乳糖及び灰分を合して得た乳固形分%（B）とを比較した処，第7表に示す如くなり，（A）は若干（B）よりも高い値に思われる．しかしその有意差の検定を行つた処 n $\frac{27}{27}$, t 1.632, p >0.05 となり，両者の間には有意差を認められなかつた．しかし（B）において各成分定量の際の誤差が集計されて影響することは想像に難く

ない．特に乳糖を *Lane-Eynon* 法にて測定する場合，滴定の終点の判定が困難なために時には低い結果となり，延いては乳固形分が異常に少なく出た試料もあつた．

第7表 全乳固形分表示法の比較

比重			脂肪（%）			蛋白質（%）			乳糖（%）		
M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n
1.0290	0.0027	28	3.46	0.557	28	2.80	0.435	27	4.18	0.338	28
灰分（%）			**水分（%）**			**乳固形分（%）（A）**			**乳固形分（%）（B）**		
M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n	M	σ	n
0.69	0.091	28	88.39	0.989	28	11.50	1.025	28	11.18	0.924	27

乳固形分(A)＝100%－水分%
乳固形分(B)＝脂肪%＋蛋白質%＋乳糖%＋灰分%

III．結論並びに総括

1956年より1958年12月に亘つて岡山県南部地区の *Holstein* 牛乳228点について，化学的に測定して得た乳固形分と算式によつて得られる値とを比較検討した．その結果，

1）実験の対照になつた牛乳については，夏季に補正値を用いることが望ましいこと．

2）新酪農家の乳と旧酪農家の乳との間には，その化学的組成において有意な差がないことが認められた．

以上の実験を進めるに当り，試料の蒐集に御協力を戴いた，オハヨー乳業株式会社，大宮嘉造，十川省治，岡本健の各氏，水島酪農協同組合，松田猪佐男氏，並びに推計処理に御援助戴いた内田仙二氏に厚く感謝の意を表する．

（追記）岡山大学農学部学術報告第12号に掲載された報文中にミスプリントがあり今回の報文とも関係が深いので訂正致します．

33頁 Table 1．Fat の項，第3例，第1行，3.51 を 3.41

33頁 8行目
34頁 最下行 } 比重 1.0300～1.0325 を ～1.0315

文　　献

1）R. Waite, J. C. D. White, K. Ayr & A. Robertson (1956)：J. Dairy Research. **23**, 65～81.
2）今村経明，片岡啓，鈴木聖，長尾寛（1958）：岡山大学農学部学術報告，第12号，29～35.
3）今村経明，片岡啓，鈴木聖，長尾寛（1958）：岡山大学農学部学術報告，第12号，37～41.
4）東大農芸化学教室編（1952）：実験農芸化学（下巻），朝倉書店，600～604.
5）American Public Health Association (1953)：Standard methods for the examination of dairy products. 3 rd ed., 258～283.
6）佐々木林治郎，津郷友吉（1957）：乳の化学，地球出版社，101～104.
7）里正義，村田喜一（1948）：乳業宝典，第3版，明文堂，932～934.
8）日本乳業技術協会（1957）：技協資料，No. 268, 407～410.
9）日本乳業技術協会（1958）：技協資料，No. 278, 19～58.
10）日本乳業技術協会（1957）：技協資料，No. 272, 460～468.

コリデール種牝緬羊の泌乳に関する研究

（第2報） 牝緬羊の乳の組成について*

菅 井 一 男・蔵 本 和 成

Milk-Secretion Studies With Corriedale Ewes
II. On the Composition of Corriedale Ewe's Milk

Kazuo Sugai and Kazushige Kuramoto

This work was undertaken to investigate changes in milk constituents of Japanese Corriedale ewes during 3 months of lactation after lambing, analysing their milk composition.

The sheep tested were 7 Corriedale ewes of 3 years of age kept at the Chugoku Stock Breeding Farm of the Department of Agriculture and Forestry and the milk samples for analysis of the composition of ewes' milk were taken by hand milking on the next day of lambing and at 10-day intervals during 3 months after lambing.

The results obtained were as follows:

(1) Fat-, protein-, ash-percentage, Sp. gr. and acidity of ewes' colostrum showed considerably higher values than those of normal milk, but only percentage of lactose a lower value.

(2) Sp. gr., acidity and percentage of protein of ewes' milk had tendencies of gradual increase, while percentages of fat and lactose decreasing tendencies and percentage of ash remained constant in course of 3 months' lactation.

(3) It seems that protein percentage in ewes' milk is inversely proportional to their milk yield, but no definite relations of each between milk yield and percentages of fat, lactose and ash exist.

緒　　　言

本研究の第1報において，年令明け3才のコリデール種牝緬羊の分娩後3カ月間の泌乳量，特に泌乳量と仔羊の生長との関係について報告したが，乳の組成は，泌乳量と共に，仔羊の生長に影響を及ぼすものと考えられる．

外国における緬羊乳の成分に関する研究については， Godden & Puddy[4] (1935) は，スコッテイツシユ種，Bonsma[3] (1939) は，南アフリカ・メリノ種とその雑種， Peirce (1934 a,[6] b,[7] 1936[8]) は，オーストラリヤ・メリノ種, Barnicoat et al.[2] (1949) は，ニユージー・ランドのロムニー種について，多数の牝羊の泌乳期間中の異つた時期における乳成分の分析結果を発表しているが，コリデール種について報告された成績は，みられないように思われる．又，日本の緬羊の乳成分について報告された成績は極めて少いように思われ，僅かにオストフリーシヤン種について，里等[9] (1928)，コリデール種について相賀等[1] (1953) の研究成績があるに過ぎず，前者は，緬羊の乳用種としての成績であり，後者の研究に用いた緬羊の品種はコリデール種であるが，その頭数は僅かに1頭に過ぎない．本研究は，コリデール種につき牝緬羊の分娩後3カ月

---

* 本研究の要旨は，昭和33年8月16日，昭和33年度日本畜産学会 関西支部例会において発表．

間，10日毎に採取した羊乳サンプルについて，乳の組成を分析し，これら成分の分娩後3カ月間の変化を調べたものである．

I．試験の材料と方法

本試験のため1957年春季に供用した緬羊は，農林省中国種畜牧場繋養の緬羊中，明け3才のコリデール種牝緬羊7頭であり，これら緬羊の生年月日等及び試験期間中に採食した飼料の種類並びに量は，本研究の第1報に示した通りである．羊乳組成の分析に用いた乳サンプルは，各牝緬羊の分娩日の翌日並びに分娩後90日迄10日毎に，当日の午前10時（第2回目の搾乳時）に，人工搾乳によつて約100 cc宛採取した．各供試羊の乳サンプルの採取年月日を示せば，Table 1の通りである．

Table 1. Date of Milk Sampling of Ewes.

Ewe No.	Next day of lambing	10 days after lambing	20 days	30 days	40 days	50 days	60 days	70 days	80 days	90 days
Chuboku 54 — 3	16. ii. 57	25. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. v. 57	13. v. 57
5	23. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. v. 57	13. v. 57	23. v. 57
17	11. ii. 57	20. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. v. 57	13. v. 57
32	22. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. iv. 57	13. v. 57	23. v. 57
34	22. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. v. 57	13. v. 57	23. v. 57
41	14. ii. 57	23. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. v. 57	3. v. 57	13. v. 57
45	23. ii. 57	4. iii. 57	14. iii. 57	24. iii. 57	3. iv. 57	13. iv. 57	23. iv. 57	3. v. 57	13. v. 57	23. v. 57

採取した各羊乳サンプルについては，粗脂肪，粗蛋白質，乳糖，灰分，水分，酸度及び比重を測定し，粗脂肪は，Babcock 法，粗蛋白質は，Kjeldahl 法，乳糖は，Lane & Eynon の直接滴定法，灰分は，直接灼熱灰化法，水分は，混砂乾燥法，比重は，lactodensimeter 法，酸度は乳酸表示法によつて各々測定した．泌乳量は第1報に報告した方法に従い秤量した．なお各牝緬羊の羊乳の各成分の値と泌乳量については，分娩日の翌日並びに10日毎に測定し，7頭の平均値を算出した．

II．試験の成績と考察

(1) 初乳の組成

各供試牝緬羊の分娩日の翌日に測定した初乳成分の値を示せば，Table 2 の通りである．本表

Table 2. Analyses of Ewes' Colostrum.

Ewe No.	Sp. gr.	Acidity (%)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Ash (%)
Chuboku 54 — 3	1.0550	0.426	11.50	—	3.39	0.821
5*	1.0338	0.252	9,50	6.43	3.72	0.911
17	1.0589	0.359	13.00	—	4.34	0.906
32	1.0546	0.438	11.25	14.65	3.37	0.967
34	1.0802	0.461	6.00	21.10	2.99	1.007
41	1.0361	0.235	—	6.56	3.89	0.816
45*	1.0490	0.310	8.00	10.61	3.72	1.037
Average	1.0525	0.354	9.88	11.87	3.63	0.924

* No. 5 and No. 45 produced a pair of twin lambs.

によれば，初乳の各成分の値は，緬羊個体によつて，かなりの差があり，特に脂肪と蛋白質において，その差が著しい．脂肪と蛋白質の値において，緬羊個体間の変動が著しいのは，特に初乳においてみられる現象のようであつて，後述の常乳においては，かかる変動はみられない．次に初乳中の成分と常乳中の成分（Table 3 に示す）とを比較すると，一般に，初乳の脂肪，蛋白質，灰分，比重及び酸度は，常乳のそれらに比し，高い値を示すが，乳糖だけが低い値を示している．本試験で得られた初乳の成分殊に脂肪率，蛋白の値は，Barnicoat et al.[2] (1949) がロムニー種牝羊で得た値よりも，かなり低いが，これは，品種，初乳サンプル採取時期，牝羊の栄養或いは年令の差等に原因するものであるか明らかでなく，更に検討を必要とする．

(2)　常乳の組成

各供試牝緬羊の分娩後3カ月間10日毎に測定した乳成分の平均値及び1日1頭当り平均の泌乳量を示せば，Table 3 の如くであり，Table 3 にもとづき，分娩後3カ月間の比重並びに酸度の変化及び各成分並びに1日1頭当り平均の泌乳量の変化をグラフで示せば，Fig. 1 及び Fig. 2

Table 3.　Average Composition and Yield of Ewes' Milk.

Lactation (days)	Sp. gr.	Acidity (%)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Ash (%)	Milk Yield (kg per day)
10	1.0309	0.192	8.46	5.13	4.33	0.796	1.460
20	1.0300	0.242	6.69	5.07	4.31	0.823	1.270
30	1.0370	0.247	6.28	5.27	4.21	0.896	1.120
40	1.0378	0.255	5.42	5.55	4.12	0.913	0.990
50	1.0392	0.282	5.38	5.67	4.13	0.900	0.900
60	1.0409	0.284	5.38	5.95	4.11	0.881	0.930
70	1.0399	0.294	5.31	6.11	3.95	0.937	0.680
80	1.0375	0.276	5.67	6.38	3.89	0.926	0.550
90	1.0371	0.282	4.85	6.42	4.04	0.890	0.630
Average	1.0367	0.261	5.94	5.73	4.12	0.885	0.948

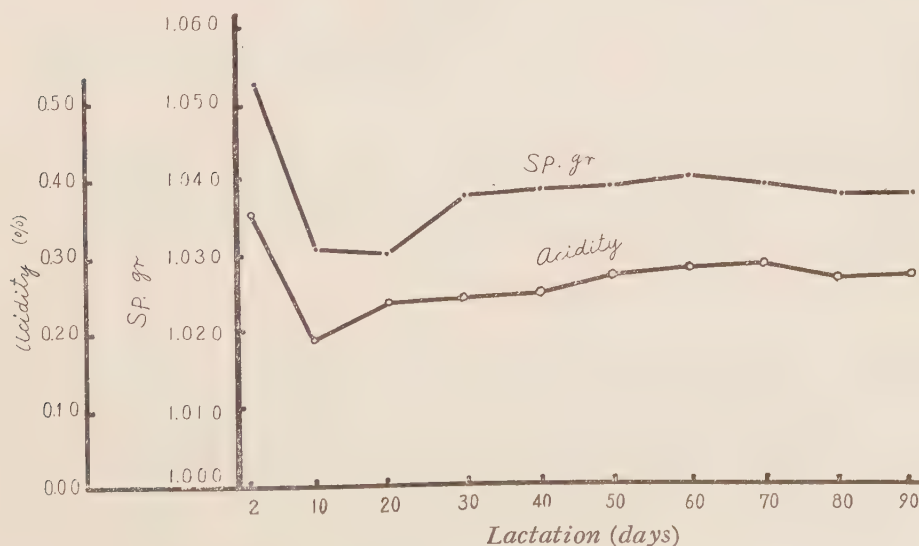
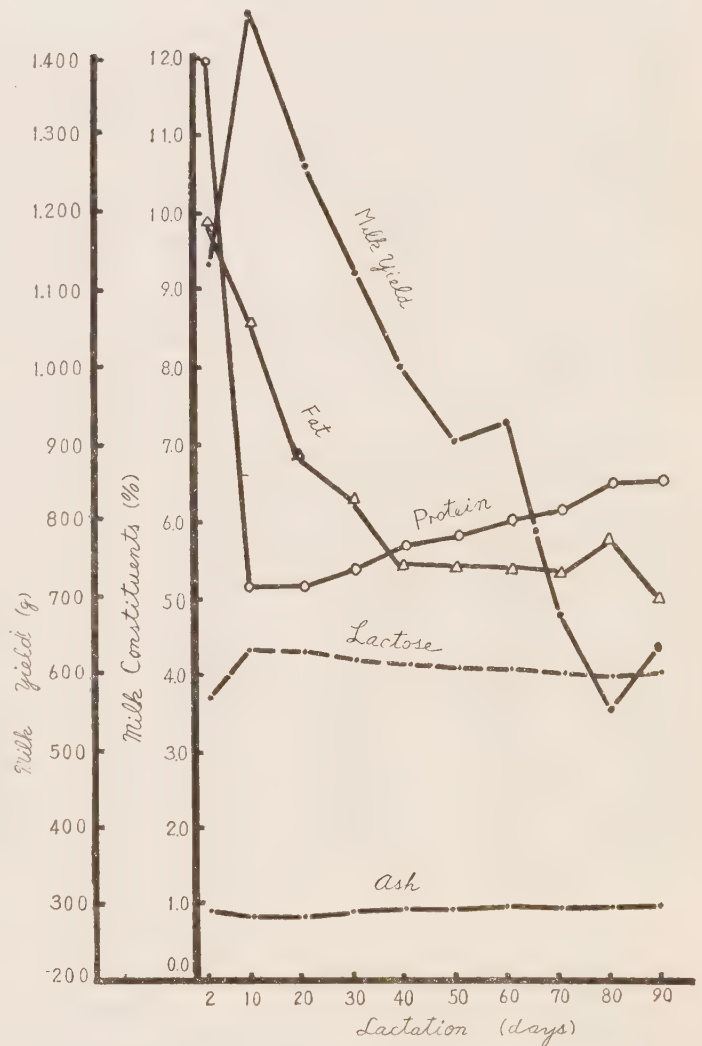
Fig. 1.　Changes in Sp. gr. and Acidity during 90-day Lactation.

の通りである． Fig. 1 及び Fig. 2 にみられるように，常乳の比重，酸度及び蛋白質は，泌乳日数の経過に伴い，漸増の傾向を示すが，これに反して，脂肪と乳糖は漸減の傾向がみられ，灰分はほぼ一定の値を示している．蛋白質は，分娩直後において，極めて多く，その後急速に減少し，再び漸増の傾向を示す．なお蛋白質の含有率と泌乳量との関係については，泌乳量の多い場合には，蛋白質の含有率は低く，泌乳量の少い場合には，その含有率は高く，泌乳量と蛋白質の含有率とは，反比例の関係を示すもののようである．脂肪率と泌乳量との関係については，上述の関係はみられず，乳糖においては，蛋白質の場合とは，反対に，初乳期において，その含有率が低く，常乳になるに従い，増加し，その後においては，殆んど変化はみられない．灰分は，初乳期に減少をみ，その後僅かな増減はあるが，大きな変化はみられない．Table 3 に示される常乳の脂肪，蛋白質，乳糖及び灰分の平均値は， Barnicoat et al.[2] (1949) が，ロムニー種牝羊で得た．これら成分の約4ヵ月間の平均値とほぼ一致しており又これら成分と比重，酸度の値は，相賀等 (1953) が，コリデール種牝羊について，比重及び酸度を含めて得た値ともほぼ一致している．

Fig. 2. Changes in Milk Constituents and Yield during 90-day Lactation.

III. 総　　括

本研究は，コリデール種牝緬羊の分娩後，3ヵ月の泌乳期間における，羊乳の組成を分析し，これら成分量の同期間における変化を調べたものである．供試緬羊は，農林省中国種畜牧場に繋養中の年令明け3才のコリデール種牝緬羊7頭であり，これらの緬羊の乳の組成の分析に用いた乳サンプルは，牝緬羊の分娩日の翌日及び分娩後90日迄，10日毎に，人工搾乳により採取した．今得られた結果を要約すると，次の通りである．

(1) 初乳中の脂肪，蛋白質，灰分の含有率，比重及び酸度は，常乳のそれらに比し，かなり高

い値を示したが，乳糖の含有率のみは，低い値を示した．

(2) 常乳の比重，酸度及び蛋白質は，泌乳日数の経過に伴い，漸増の傾向を示したが，脂肪及び乳糖は，漸減の傾向がみられ，灰分は，ほぼ一定の値を示した．

(3) 泌乳量と蛋白質の含有率との間には，反比例の関係がみられたが，泌乳量と脂肪率，乳糖及び灰分の含有率との間には，各々一定の関係はみられなかつた．

本研究の実施に当り，供試緬羊の提供にあずかつた農林省中国種畜牧場仙波畜場長並びに本研究に御協力をいただいた同場農林技官松崎格，寺本憲太両氏に感謝の意を表する．

文　献

1) 相賀保男，松崎格，鳥塚俊高 (1953)：畜産の研究，第**7**巻，637.

2) Barnicoat, C. R, Logan, A. G. and Grant. A. I. (1949) : J. Agric. Sci. **39**, Part 111, 237.

3) Bonsma, F. N. (1939) : Univ. Pretoria Publ. Series **1**, Agric. No. 48.

4) Godden, W. & Puddy, C. A. (1935) : J. Dairy Res. **6**, 307.

5) 中西武雄，小沢康郎，稲垣恒雄 (1955)：牛乳とその加工法及び検査，養賢堂．

6) Peirce, A. W. (1934a) : Bull. Coun. Sci. Industr. Res. Aust, No. 84.

7) Peirce, A. W. (1934b) : Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci, **12**, 6.

8) Peirce, A. W. (1936) : Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci, **14**, 187.

9) 里正義，岡本正行，村田喜一 (1926)：日本畜産学会報，第**3**巻，13.

エンシレージの品質を支配する因子に関する研究

須　藤　　浩

Studies on the factors determining the quality of silage.

Hiroshi Sutoh

Analyzing the samples of silage obtained from dairyfarms in different districts of Japan and from the laboratory, the author investigated into factors that determine the quality of silage; and the results obtained on the quality of silage in various positions in a silo, the change of quality after the removal of silage from a silo, the relationship between the pH value and the ammoniac nitrogen content, and also the result of appraisal of silage by means of Flieg's method are described in this paper.

The results are summarized as follows:

(1) It is rarely possible to state that the quality of silage is always homogeneous throughout in a silo from the upper to the bottom layers, not to speak of the surface spoilage. On the average, the pH value of silage in the middle portion is lower than that in the outer, although it cannot be stated that the difference is always significant.

(2) In winter season, the change of quality of silage is rather little within about a week after the removal of silage from a silo, if the silage is preserved without exposure to air. It is suggested therefore that an amount of silage for a few days use may be removed at a time for the purpose of labor-saving.

(3) A significant positive correlation, $r=+0.603$, was found between the pH value and the ammonia nitrogen content ($p<0.001$).

(4) Examples of the results of the appraisal by means of Flieg's method are presented in Table 9.

A significant positive correlation has been found between the results of appraisals by means of Flieg's method and those obtained by Gneist's.

When the two series of results of evaluation were different, the values obtained by Flieg's method were slightly higher than those by Gneist's.

緒　　言

著者[1]はさきにエンシレージの品質を支配する因子として，主として pH 価と官能的因子，pH 価と有機酸相互の関係，pH 価と埋蔵間における栄養素の損失量との関係，pH 価と乾物含量との関係などについて考察した．本報においては，サイロ内各部位のエンシレージの品質，取り出し後のエンシレージの品質の変化，その他２，３の事項について述べる．

I．サイロ内各部位による品質の差異

サイロ内にでき上つたエンシレージの品質が，その部位によつて，如何にちがうかを知ることは，製造上並びに利用上大切なことと思われる．

しかしてエンシレージのつめこみが不適当であれば，当然各部位により温度などの差を生じ，各部位の状態も異つてくると考えられる．またそれ程でもなく，埋蔵が適当な場合でも，１サイロのあらゆる部分を同一条件に保つことは，困難と考えられるから，精細には何れの部分も異る

ものと推定し得る．しかし大綱的に品質鑑定の上から，相当異るものと判定するのが妥当か，それとも大差ないものと判定してよいかを知ることは，応用上に重要な意味あるものと考えられる．

実験室製造（小規模）のエンシレージの例では，慣行法による被覆埋蔵の場合には，被覆面に近い部分と，それより下層の部分とを比較すると（上，下層に2分する），一般に下層の部分がすぐれており，中央部がサイロの周縁部に位するエンシレージよりまさる傾向がみられた[2)3)]．

ZIELSTORFF 氏ら[4)]の赤クローバーエンシレージの例では，サイロの部位による酸含有状態の差異は余りないという．

また同一サイロ内でも，その部位により，酸の分布状態が異り，一般に下部に行く程，酸の含有量が多いことを示しているものもある．[5)]

WATSON 氏[6)]は品質のよい1つのエンシレージの場合，pH が下に行く程小さくなり，一般に中央部の試料の pH はそれより外側の pH よりも，低いと述べている．

著者はこれらのことに鑑み，本邦で一般に製造されている状態のもとにおいて，1サイロ内にでき上つたエンシレージを，上層（廃棄部を除いた部の最上層）・第2・第3・第4・底層の5層に分ち，なお同一層（面）においては，中央部，周縁部に分つて，[7)]それらの試料について分析してみた．すなわち上層より底層に至る試料の採取は，家畜に給与して行くに従つて，その層があらわれたときに行つた．分析法ならびに，評価法は著者が従来行つている方法によつて行つた．[8) 9) 10) 11)] その結果は Table 1 のとおりであつた．

これらの例では，上から下まで略々品質が同じ場合もあり，下層に行くに従つて品質がよくな

Table 1.　The Quality of Silages in Various Layers in a

No.	Type of Silage	Layer and Portion in a Silo	pH	Dry Matter	Lactic Acid (Free)	Acetic Acid		Butyric Acid		Total	Evaluation
						Free	Combnd.	Free	Combnd.		Mark
				%	%	%	%	%	%	%	
11	A Mixture of Sudan Grass and Green Maize	Top : Middle	4.6	15.23	0.36	0.13	0.03	0.63	0.76	1.95	4
		3rd : Middle	4.6	14.06	0.31	0.32	0.24	0.52	0.74	2.13	4
		Bottom : Middle	4.6	14.77	0.48	0.23	0.36	0.44	0.77	2.28	4
13	Ditto	Top : Middle	4.6	14.89	0.17	0.20	0.11	0.38	0.62	1.48	4
		3rd : Middle	4.6	15.10	0.26	0.24	0.65	0.45	0.36	1.96	4
17	Green Maize	3rd : Middle	4.4	16.16	0.46	0.86	0.46	0.04	0.14	1.96	23
		3rd : Side	4.1	16.35	0.99	0.52	0.59	0.24	0.08	2.42	32
		Bottom : Middle	4.0	17.87	0.95	0.28	0.16	0.04	0.03	1.46	38
91	Sweet Potato Vines	3rd : Middle	4.3	13.34	0.41	0.10	0.07	0.01	0.01	0.60	31
		3rd : Side	3.9	16.13	0.52	0.11	0.12	0.00	0.00	0.75	38
78	A Mixture of Green Maize and Green Soy Bean	Top : Middle	4.1	15.92	0.99	0.29	—	0.41	0.11	1.86	26
		Top : Side	4.0	19.21	1.30	0.12	0.12	0.27	0.32	2.13	27
		3rd : Middle	3.7	17.78	1.68	0.20	0.02	0.17	0.02	2.09	30
		3rd : Side	3.7	18.18	1.71	0.18	0.06	0.17	—	2.12	31

る場合もある．

同一層（面）における中央部と周縁部では，同じ場合もあり，異る結果を示す場合もある．

次にサイロ14基について，同一面における試料の pH 価を測定した結果は，Table 2の通りである．（中央部と周縁部の間に位する部分を中間部 Intermediate となした）．

この結果から平均値を求めると Table 3のとおりである．

これらの pH 価の差の有意性を検定すれば，Table 4のとおりである．

この結果では，サイロ内同一層におけるエンシレージの pH 価は，平均値についてみれば真中の部分

Silo.

ation Class	Type of Silo
Inferior	Rectangular Shape; Semi-underground
Inferior	
Inferior	
Inferior	Rectangular Shape (123cm × 122cm)
Inferior	
Satisfactory	Cylindrical Shape (Tower) (185cm × 424cm)
Good	
Very good	
Good	Cylindrical Shape (121cm × 197cm)
Very good	
Good	Cylindrical Shape
Good	(136cm × 287cm)
Good	
Good	

Table 2.　A Comparison of pH Values of Silages in Various Portions.

No.	Type of Silage	Layer	Portion		
			Middle	Intermediate	Side
a	A Mixture of Chinese Milk-Vetch, Green Oat and Rice Straw	4th	5.3	—	5.3
b	A Mixture of Green Maize and Sudan Grass	Top	4.2	—	4.6
c	〃	3rd	3.7	3.7	3.7
d	〃	3rd	4.3	4.2	4.9
e	〃	Top	4.6	4.6	7.2
		3rd	4.6	4.7	4.9
		Bottom	4.6	4.7	4.8
f	〃	Top	4.6	4.7	5.0
		3rd	4.6	4.6	4.7
g	Sweet Potato Vines	Top	3.6	4.0	4.7
h	Green Maize	2nd	5.0	4.8	4.7
		3rd	4.9	4.7	4.1
		Bottom	4.7	4.7	4.7
i	Green Maize	Top	4.3	—	3.8
		3rd	4.4	—	4.1
		Bottom	4.0	—	5.0
j	Sweet Potato Vines		3.8	4.3	5.8
k	Grated Sweet Potato		4.1	4.3	4.7
l	Sweet Potato Vines	Top	4.7	4.8	4.8
m	〃		4.3	—	3.9
n	A Mixture of Green Maize and Green Soy Bean	Top	4.1	—	4.0
		3rd	3.7	—	3.7

Table 3.　Mean Values of pH of Silages in 3 Portions.

Middle		Intermediate		Side	
n	Mean	n	Mean	n	Mean
22	4.32 ± 0.45	14	4.43 ± 0.33	22	4.57 ± 0.64

Table 4. Significance of Differences of the Mean Values.

	Difference	$\|t\|$	p	$m+n$
Middle Portion and Side Portion	−0.25	1.495	$p>0.05$	44

が，周縁部より小さいが，常に有意な差があると断定し得ないことを示すものである．なお例数は少いが，Table 1 よりサイロ内の上・中・下層における試料の pH を考察しても，同様のことがいえるようである．

他の条件をも関連せしめ，なお試料を追加して検討を要する点もあると考えるが，一般にサイロの被覆部の廃棄部分を除いた試料について，これを上・中・下層，あるいは中心・周縁部等に分つた場合，部位によつて，常に品質の良否を，規則的に判断するための因子とすることは，直ちには困難のように思われる．

II．エンシレージ取り出し後の品質の変化

エンシレージを実際家畜に給与する場合には，サイロから取り出して，直ちに給与するのが常であるが，小農場や農家では，数日分を一時に取出して，なるべく空気にさらさぬように保存し，これを与えることがあり，またそうすることが，労力上の面などから便利であると考えられる場合もあるので，その間にどのような品質上の変化があるかを知るため，実験を行つた．

〔A〕 青刈トウモロコシエンシレージ

1953年10月17日塔形サイロ（1.77m×4.00m）に 4,500 kg の材料をつめこんだ．1954年2月27日でき上りエンシレージの中層部に相当する部分より試料をとり，1 kg 宛セロファン紙に包み，6包をつくり，温度変動の比較的少ない暗室（15°C 以下）に保存し，4日毎に1包ずつ開いて分析用に供した．その結果は Table 5 のとおりである．但し包みの中心部を分析試料とした．

Table 5. Changes of Quality after Removal of Corn Silage from the Silo (1).

No.	Days after Removal of Silage from the Silo	pH	Dry Matter	Lactic Acid	Acetic Acid		Butyric Acid		Total	Evaluation		Notes
					Free	Combnd.	Free	Combnd.		Mark	Class	
			%	%	%	%	%	%	%			
1	The appointed day (Feb. 27)	4.1	18.49	1.39	0.34	0.05	0.03	—	1.81	39	Very Good	Clean, acid odor and taste
2	After 4 days (March 2)	4.1	19.91	0.91	0.22	0.07	0.08	0.02	1.30	38	〃	〃
3	After 8 days (March 6)	4.1	20.53	1.35	0.27	0.13	0.01	0.05	1.81	38	〃	〃
4	After 12 days (March 10)	4.1	17.32	1.09	0.31	0.15	0.04	0.03	1.62	38	〃	Mold on the surface of the mass
5	After 16 days (March 14)	4.1	16.16	0.96	0.34	0.10	0.05	0.05	1.50	37	〃	〃
6	After 20 days (March 18)	5.1	14.36	0.26	0.06	0.10	—	0.08	0.50	14	Medium	〃

しかしてセロファン紙に接する部分に，12日経過したものにカビを見たのであるが，8日までは何れもエンシレージ特有の芳香があつた．

この結果より考察するに，冬季には取り出し後10日位であれば，品質的にあまり大きな変化がないものと考えられる．

〔B〕 各種材料による実験結果

青刈大豆，トウモロコシ・スーダングラス混合，サツマイモツル，レンゲエンシレージ等を試料にした場合の結果は Table 6 のとおりである．

Table 6. Changes of Quality after Removal of Silage from the Silo (2).

Type of Silage	Days after Removal of Silage from the Silo	pH	Dry Matter	Lactic Acid	Acetic Acid		Butyric Acid		Total	Evaluation		Notes (Conditions)
					Free	Com-bnd.	Free	Com-bnd.		Mark	Class	
			%	%	%	%	%	%	%			
A Mixture of Green Soy Bean, Green Maize and Sudan Grass (Silo : 1.20m×3.00m)	The appointed Day (Dec. 18)	3.7	18.35	1.45	0.40	0.11	—	—	1.96	35	Very Good	Sample : Loosely wrapped up in a paper
	In 5 days (Dec. 24)	4.0	18.11	1.49	0.51	0.01	0.03	0.04	2.08	38	”	
Sweet Potato Vines (Silo : Semi-underground) (1.21m×2.42m)	In 1 day (Dec. 18)	4.3	21.89	0.41	0.25	0.29	0.08	0.13	1.16	28	Good	Sample : Incompletely wrapped up in a peper
	In 4 days (Dec. 21)	4.5	22.91	0.17	0.27	0.08	0.08	0.09	0.69	22	Satis-factory	
Chinese Milk-Vetch (Silo : Underground) (1.36m×1.82m)	In 8 days (Feb. 3)	4.1	27.90	1.97	0.59	0.45	—	0.01	3.02	39	Very Good	Sample : Tightly wrapped up in a vinyl wrapper
	In 17 days (Feb. 11)	4.1	27.75	2.23	0.85	0.23	—	—	3.31	40	”	
Stover (Silo : 1.52m×3.03m)	In 13 days (Jan. 1)	3.6	27.70	1.53	0.33	0.08	—	—	1.94	34	Very Good	Sample : Packed in a wooden box
	In 30 days (Jan. 17)	6.2	28.17	0.08	0.004	0.061	0.025	—	0.17	—	Inferior	

但しこれらの試料中サツマイモツルエンシレージは，細切されずに埋蔵されたものであつた．

この結果は，pH の小なるものは，可なり長い期間経過するも，品質の変化が少なく，保持されることを示している．

品質が余りよくないものを，不充分な包みにして，空気に曝されるような条件においては，変化が比較的速く来るものと推察され，pH が小さい優秀なエンシレージを丁寧な包みに保つ場合は，比較的長く変化しないことが知られる．

なお他の試料について，pH 価のみを測定して，その変化を測定比較した結果は Table 7 のとおりである（何れもていねいな包みとした場合）．

Table 7. Changes of pH Values after Removal of Silage from the Silo.

No.	Silage	The appointed day	After a week	After 2 weeks	After 3 weeks	After 4 weeks
1	Green Maize	4.1	4.1	4.1	5.3	—
2	”	3.6	3.6	3.6	—	6.2
3	”	3.6	3.6	3.6	3.9	—
4	”	3.9	3.9	—	—	—
5	”	3.7	4.0	—	—	—
6	Chinese Milk-Vetch	4.1	4.1	4.1	4.1	—

さらにエンシレージの種類を多くし，また品質の異るものの試料を追加してみるのが望ましいと思われるが，この結果では，取り出し当日と，1週間以内の経過では，有意な差を生じないと

思われる．

以上の結果から，冬の冷温季においては，取り出し後，表面を空気に曝し，放置したような状態におかなければ，大なる品質の劣化がなく保持されるものと判断される．

実用的には労力の都合上などにて，数日分をとりまとめて，とり出して使用しても，大なる支障がないと考えられる．

品質鑑定の上からは，甚だしく日数を経過した場合，不十分な管理のもとに放置された場合，品質の劣化が考えられるが，エンシレージの品質が標準ないし標準以上であれば，甚だしい劣化がないと考えてよいであろう．

Ⅲ．pH 価とアンモニヤ態窒素含量との相関

エンシレージの品質の良否は蛋白質の分解の程度，これからさらに分解が進んで発生するアンモニヤ（揮発性塩基）の多寡が，品質を支配する因子，換言すれば，品質の一指標となることは容易に首肯し得るところである．

A. D. S. A.[12] では品質鑑定の1因子として，全窒素に対するアンモニヤ態窒素の占める割合を以てし，Dijkstra 氏[13] もアンモニヤの含量が品質に関係することを認め，Flieg 氏[14]はMgO-Nの含量が，品質鑑定に重要なものであると述べている．Lind 氏[15] は，良質エンシレージは，アンモニヤ態 N/全 N·100 の結果が6以下でなければならないといい，Archibald 氏ら[16] は良質エンシレージの特徴の1つとして，アンモニヤとして含量をあらわしたとき（揮発性塩基），乾物に対し，0.5％ないしそれ以下であることをあげている．

これらのことに鑑み著者ら[17] は，レンゲその他の種類を含む110点のエンシレージ試料について，アンモニヤ態窒素含量を定量し，pH 価との関係を考察し，その間に有意な正の相関のあることを報じた．

ここではさらに別の試料で得た結果を示すことにした．すなわち試料は青刈トウモロコシ，青刈大豆，テオシント，青刈エンバク，レンゲ，青刈トウモロコシ—青刈大豆—スーダングラス混合，稲藁，青刈トウモロコシ—青刈大豆混合，サツマイモツル，蚕沙，サトイモハ，ナスハ，桑葉，山林雑草，青刈トウモロコシ—大豆カラ混合，ムシサツマイモ，イモヌカの17種62点を総合的に考察した．しかしてアンモニヤの定量は MgO 添加による法，[18] pH は東洋濾紙 pH試験紙によつて測定した．測定上の注意については前諸報に述べたように，数種の試験紙を用いて誤差を少なくするよう注意した．

その結果は Table 8 のとおりである．

Table 8.　Correlations between the pH Values and the Ammonia Nitrogen Contents of Silages.

	n		Range		r	$\lvert t \rvert$	p	Notes
			pH	Content				
pH and NH_3-N Content	62	Fresh	3.4～5.5	6～280㎎％	+0.788	9.915	$p<0.001$	NH_3-N Content Mean 55.2㎎％
〃	62	On the dry matter basis	3.4～5.5	10～900㎎％	+0.603	5.857	$p<0.001$	〃 223.4㎎％
pH and Ammonia N in percent of Total N	62		3.4～5.5	4～40％	+0.505	4.152	$p<0.001$	NH_3-N in ％ of Total N Mean 18.8％

この結果は pH 価が大になると，アンモニヤ態窒素の含量並びに，全窒素に対するアンモニ

ヤ態の比率が，大きくなることを示している．これは前に報じたところと一致し[17]，pH 価の高いような場合には，蛋白質の分解がより多く起つた証と考えられ，埋蔵中の損失も多いと推定される．すなわちアンモニヤ態窒素の含量は一般にエンシレージの品質に関係する1因子と考え，鑑定上に役立つものと考えられること既述のとおりである[17]．

Ⅳ．pH 価を基礎にする品質鑑定と，酸含量（当量）の比率による鑑定との比較

エンシレージの pH価は，その品質を知る上に，極めて有力な因子であることは，各種因子との相関をみることによつてあきらかである．

しかるにしばしば pH 価に平行せざるような結果を生ずることを経験した．これらの場合についての詳細については，なお研究を要すると思うが，Flieg 氏[14]は，品質鑑定には，pH よりも酸含量の当量の比率のみによるのがよいとしている．

いま Flieg 氏の鑑定法[19]により行つた，著者の実験例を示すと Table 9 のとおりである．

Table 9.　Examples of Appraisal by Means of Flieg's Method.

No.	Silage	Dry Matter %	Acid	%	*mEq.*	Total	In % of Total Acid	Mark		Class	pH
497	A Mixture of Chinese Milk-Vetch and Green Oat	21.0	Lactic	2.70	29.98	35.93	83	10	40	Very Good	3.8
			Acetic	0.30	6.00		17	10			
			Butyric	0	0		0	20			
202	Green Barley	12.73	Lactic	2.29	25.43	38.76	66	9	29	Good	3.7
			Acetic	0.65	10.33		28	8			
			Butyric	0.22	2.50		6	12			
6	Sweet Potato Vines	18.00	Lactic	0.72	8.00	14.44	55	8	24	Satisfactory	4.1
			Acetic	0.25	4.17		29	8			
			Butyric	0.20	2.27		16	8			
210	Green Rye	27.01	Lactic	0.97	10.77	44.44	24	2	10	Medium	5.1
			Acetic	1.04	17.32		39	6			
			Butyric	1.44	16.35		37	2			
207	Chinese Milk-Vetch	15.63	Lactic	0.30	3.33	24.57	14	0	6	Inferior	5.1
			Acetic	0.30	5.00		20	10			
			Butyric	1.43	16.24		66	−4			

Note[19,20]
Acetic acid　: E (cc n/20) $=3.729(D_2+D_3)-1.001\ D_1$ ……×0.0150(%)……×16.658(*mEq.*)
Butyric acid : B (cc n/20) $=1.840\ D_1-2.076\ (D_2+D_3)$……×0.0220(%)……×11.356(*mEq.*)
Lactic acid　: M(cc n/20) $=2.434\ D_4-0.186\ E$ ……×0.0225(%)……×11.105(*mEq.*)

註．なお本表では後に比較する Gneist 氏法と比較するため Flieg 氏の従来の方法[19]による 40 点満点法に従つたが，現在では 100 点満点法にしている．[21]　すなわち従来の配点割合を 2.5 倍したものである．

前記のことに鑑み，次に同一試料について，Gneist 氏[11]の pH 価と酪酸含量とによる方法と，Flieg 氏による酸の当量比による方法とをそれぞれの点数で比較してみた．すなわち Gneist 氏法による評点数と，Flleg 氏法による評点数の関係を求めた結果は Table 10, 11 のとおりである．

すなわち，鑑定結果の，両法における評点間には，有意な相関があることが知られ，また，

Table 10. A Comparison of Results of the Appraisal by Means of GNEIST's and FLIEG's Methods.

No.	Silage	FLIEG's Method		GNEIST's Method	
		Mark	Note	Mark	Note
202	Green Barley	29	Good	28	Good
206	Green Maize	16	Medium	25	Satisfactory
207	Chinese Milk-Vetch	6	Inferior	0	Inferior
208	"	6	Inferior	0	Inferior
174	Steamed Sweet potato	40	Very Good	38	Very Good
175	A Mixtune of Sweet Potato and Rice Bran	40	Very Good	40	Very Good
209	Green Maize	35	Very Good	40	Very Good
210	Green Rye	10	Medium	0	Inferior
211	Green Maize	14	Medium	20	Satisfactory
167	A Mixtune of Sweet Potato and Rice Bran	40	Very Good	38	Very Good
162″	Teosinte	40	Very Good	35	Very Good
163‴	"	38	Very Good	32	Good
1	Green Maize	40	Very Good	32	Good
5	"	36	Very Good	34	Good
6	Sweet Potato Vines	24	Satisfactory	23	Satisfactory
163	Kudzu	10	Medium	7	Inferior
162	Teosinte	38	Very Good	35	Very Good
219	Green Maize	40	Very Good	36	Very Good
220	A Mixture of Sweet Potato Vines, Sweet Potato and Rice Bran	40	Very Good	35	Very Good
222	Green Maize	28	Good	17	Satisfactory
223	" (Urea added)	4	Inferior	0	Inferior
224	Green Rye	4	Inferior	0	Inferior
226	Green Maize	4	Inferior	6	Inferior
227	"	22	Satisfactory	16	Medium

Table 11. Correlations between the Results of Evaluations by Means of These Methods.

	r	t	p	Notes
FLIEG's and GNEIST's Method	+0.943	13.276	$p<0.001$	$n=24$
pH Value and the Results by means of FLIEG's Method	−0.774	5.223	$p<0.001$	pH 3.4—5.6

GNEIST 氏法と，FLIEG 氏法とによる結果がたがいに適合しないとはいえない結果になつている．

等級からいえば，両法で鑑定した結果の約 60 ～ 70 ％は一致した．

しかしてその評価点の異る場合は，一般に FLIEG 氏法よりも，GNEIST 氏法の方が，評価の点数が低くなり，この逆の場合は起ることが少なかつた．

したがつて，これを応用的な面より考える場合は，いずれか便利な方法を採用するのである．また有機酸定量の設備を有しない一般においては，単に pH のみの測定によつて（官能的鑑定をも併せて行い），ある程度大過ない判定を下し得るものと推察せしめるのである．例外的な場合

の生じ方，原因，一致しない場合の詳細については，なお考察ならびに研究を要する．

V. 総　　　括

(1)　1サイロ内にでき上つたエンシレージの品質は，いろいろな埋蔵条件で異ることはもちろんであるが，各部分について考えるとき，廃棄部を除いた部分についても，上層から底層に至る品質が，常に一定しているとはいえない．同一層（面）においても，中心部は周縁部に比較してpH は平均的には小であつたが，常に有意な差があるとはいえなかつた．すなわちサイロの部位によつて，常に規則的に，品質を決定する因子とはなし得ないように推察せられる．

(2)　低温な冬期，すなわちエンシレージ飼養期における，取出し後の品質の変化について研究した結果，管理がよければ，10日位までは，品質の変化の少ないことが知られた．実用的には良質エンシレージの場合には，数日分をサイロより取り出して利用するも，大なる品質の変化がないものと察せられる．

(3)　エンシレージの pH 価とアンモニヤ含量間には，有意な正の相関〔+0.603；$p<0.001$〕が見出され，その傾向は著者らがさきに報じたところと一致し，品質鑑定のための一因子となることが確認された．

(4)　Flieg 氏法による品質鑑定の実例を示した．エンシレージの pH 価と酪酸含量を基礎にする Gneist 氏法と，酸の含量比（当量比率）を基礎にする Flieg 氏法による鑑定結果の間には有意な正の相関が見出された．

両法による評価の結果は，相当一致するとみなし得るが，しばしば一致しない例も見出される．その場合には一般に，Gneist 氏法による評価の結果が，Flieg 氏法のそれよりも低くあらわれた．

研究上多大の御援助と助言を賜つた九大教授岩田久敬博士，多大の御援助を賜つた名大教授斎藤道雄博士に深い感謝の意をあらわす．実験上多大の御協力をいただいた鹿大林みき子助教授，小牧敏郎，吉松陽一の諸氏に感謝の意をあらわす．本報の概要は昭和32年4月8日の日本畜産学会の席上で講演した．

文　　　献

1) Sutoh, H. (1956) : Jap. J. Zootech. Sci., **27** (2), 99～104.
2) Sutoh, H. (1942) : Jap. J. Zootech. Sci., **14** (4), 272～4.
3) Sutoh, H. (1951) : Nippon Nogei-Kagaku Kaishi, **24** (4), 175.
4) Zielstorff et al. (1928) : Die Futterkonservierung, 4, 63 ; Kaishio, Y. : Kachiku-shiyô, cit., 265～6.
5) Mangold, E. (1929) : Handbuch der Ernährung u. des Stoffwechsels der Landwirtschaftlichen Nutztiere, I, 359 ; Kaishio, Y. : Kachiku-shiyo, cit , 264.
6) Watson, S. J. (1939) : *Science and Practice of Conservation* : *Grass and Forage Crops*. Fertilizer, Feeding Stuffs and Farm Supplies Journal, London ; Barnett, A. J. G. : Silage Fermentation, cit., 125.
7) Sutoh, H. (1955) : Bull. Educ. Research Inst. Fac. Educ. Univ. Kagoshima, **7**, 186.
8) Lepper, W. (1933) : L. V. S., **117**, 113.
9) Lepper, W. (1938) : Z. f. Tierernähr. u. Futtermittelk., **1**, 147～154.
10) Lepper, W. (1938) : Z. f. Tierernähr. u. Futtermittelk., **1**, 187～190.
11) Gneist, K. : [Brümmer, E. (1940) : zit. Biedermanns Zbt. Tierernähr., **12**, 98～99.]

12) American Dairy Science Association Committee (1942) : [SEIDEN, R. (1957) ; The Handbook of Feedstuffs, cit., 430]
13) DIJKSTRA, N. D. (1950) : Landbouwk. Tijdschr., **62** (3), 190~194.
14) FLIEG, O. (1952) : Landw. Forsch., **3** (3), 169~76.
15) LIND, C. (1953) : Proc. 13th Intern. Dairy Congr., **2**, 44~8.
16) ARCHIBALD, J. G. et al. (1954) : Mass. Agr. Expt. Sta. Bull., **477**, 19.
17) SUTOH, H. and UCHIDA, S. (1958) : Sci. Rep. Fac. Agric., Okayama Univ., Japan, No. **12**, 15~28.
18) Tôdai-Nôkwa (1952) : Jikken-Nôgei-Kagagaku, 106~8.
19) FLIEG, O. (1938) : Futterban u. Gärfutterbereitung, **1** (2), 1~8.
20) FLIEG, O. (1937) : Biedermanns Ztb. B. Tierern., **9** (2), 178~183.
21) FLIEG, O. (1952) : Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters. u. Forschungsanstalten, s. 12.

鶏の Parathion 中毒に対する PAM (2-pyridine Aldoxime Methiodide) の治療及び予防効果

堀　　慧・鳥海　徹・田辺　昭・関場成興

PAM (2-pyridine Aldoxime Methiodide) Therapy and its Preventive Effect for Alkylphosphate Poisoning of Fowl.

Satoshi Hori, Toru Toriumi. Akira Tanabe and Narioki Sekiba

Formerly, atropine was used as an antidote for alkylposphate poisoning. And in 1955 I. B. WILSON suggested PAM (2-pyridine aldoxime methiodide) as a specific antidote for alkylphosphate poisoning.

In 1956 K. HIRAKI et al. introduced PAM in Japan. Since that time, the PAM therapy for alkylphosphate poisoning has been widely practised in this country.

In recent years, as the fowls were frequently subjected to alkylphosphate poisoning in Okayama district, we had investigated therapeutic and preventive effects of PAM for alkylphosphate poisoning of fowl.

The alkylphosphate used in this experiment was parathion (diethyl p-nitrophenyl thiophosphate) and the method we employed for determining the cholinesterase activity of serum was MICHEL's method. Hens and chickens of White Leghorn, Barred Plymouth Rock and Rock Horn were used in this experiment.

The results we obtained were as follows.

1. The lethal doses of parathion for fowl were 4—6 mg/kg in chichen and 10 mg/kg in hen.
2. With intravenous injection of 100 mg/kg of PAM, within 20 minutes after oral LD of parathion, conditions of fowls remarkably recovered compared with controls. The administrations of PAM of same quantity were more effective when they were divided into two or three doses. Alkylphosphate poisoning caused no retained disturbance sin recovered chickens of which ovary not yet developed.
3. In the case of laying hens, even if PAM administration prevents them from death, they lose their economical value. Because, PAM cannot prevent hemorrhage in the ovary and ruptured yolk caused by the poisoning, and so poisoned hens cease the egg laying for following two or three months.
4. As a effective period of time of intravenously injected PAM is only one hour or so, we cannot expect too much of the preventive effect of PAM for alkylphosphate poisoning of fowl in the fields.

緒　　論

1951 年，わが国に紹介された有機燐剤 parathion は，稲に大きな被害を及ぼす二化螟虫防除に卓効を示すため，広く使用されている．しかしながら parathion は極めて毒性が強いので，水田撒布にあたつて人畜の中毒する場合がすくなくない．

従来，有機燐剤中毒の治療薬としては，atropine などのいわゆる自律神経遮断剤が用いられてきた. atropine は parathion 中毒時に体内に蓄積する acetylcholine の作用に拮抗するものであ

つて，parathion を無毒化して cholinesterase の活力を回復するものではない，この意味からすればatropine は parathion 中毒に対する対症療法的の薬物であつて，特効的の薬物ではない．

しかるに 1951 年 Columbia 大学の I. B. WILSON らは，2 Pyridine aldoxime methiodide (以下 PAM と略称する) は有機燐中毒治療薬として特効があるべきことを理論的に提唱した．そしてこの PAM は 1956 年平木らによつて，わが国に紹介され，人の parathion 中毒治療剤として卓効を示している．

このたび著者らは，鶏の parathion 中毒に対する PAM の治療的，予防的価値について験したのでその概要につき報告する．

実　　験

1．致死量の決定

住友化学工業製 ethyl parathion (diethyl p-nitrophenyl thiophosphate 含量 96.2％) の原液を少量の ethyl alcohol に溶かし，可溶性澱粉に吸着させて経口投与した．

鶏は parathion 投与後 5～15 分で突然不安の状をあらわし，ついで呼吸切迫，流涎，流涙，瞳孔縮小および頻回排糞などが見られ，しばらくして水様尿の排出，下痢などの症状を示す．死を免れるものではこの状態が 1～2 時間持続したのち諸症状がうすらぎ 2 日後には全く正常に復する．斃死するものでは，病勢は更に悪化し，遂には体の平衡を失し，蹌踉，起立不能に陥り，伏臥して口から泡を吹き，全身痙攣ののち死に至る．経過時間は 15～65 分である．

parathion の人に対する推定経口致死量は 5.2 mg/kg といわれ，また小原らは鶏では 1.5％ ethyl 粉剤の場合その致死量は parathion 実量 30 mg/kg であると称している．このたびの実験では，その成績は第1，第2表の通りであつて横斑プリマスロツク (BP) の大雛では 4～6

第1表 Parathion 致死量試験成績表 (大雛)

鶏番号	品種	性別	体重 (g)	Parathion 投与量(mg)	Parathion (mg) / 体重(1kg)	結果
263	B P	♀	960	2.5	2.6	生存
264	B P	♀	980	2.5	2.7	生存
279	B P	♀	860	6.0	7.0	斃死 45 分後
276	B P	♀	870	6.0	6.9	斃死 65 分後
261	B P	♀	930	10.0	10.8	斃死 15 分後
280	B P	♀	950	10.0	10.5	斃死 18 分後

第2表 Parathion 致死量試験成績表 (産卵鶏)

鶏番号	品種	性別	体重 (g)	Parathion 投与量(mg)	Parathion (mg) / 体重(1kg)	結果
2635	W L	♀	1950	4	2.1	生存
1821	W L	♀	1470	6	4.1	生存
2336	W L	♀	2250	13	5.8	生存
1293	W L	♀	1900	19	10.0	斃死 60 分後
2438	W L	♀	1850	19	10.0	生存
1055	W L	♀	1700	26	15.0	斃死 50 分後
2227	W L	♀	1950	29	15.0	斃死 30 分後

mg/kg 白色レグホン (WL) 産卵鶏では 10mg/kg がその致死量であると推定された.

2.PAM の治療効果試験

致死量決定時の要領で，健康大雛に parathion を内服させ，中毒症状が発現したものに PAM (住友化学工業製，2.5％水溶液) を静注し，臨床所見の変化及び血漿の cholinesterase 活性値の変化を測定して，PAM の治療効果を験した.

血漿中の cholinesterase 活性値の測定は，ガラス電極 pH meter を用いる MICHEL の方法 (慶応大学変法) によつた. 即ち buffer solution (1.2371 g 溶性バルビタール. 0.1361 g 第1燐酸カリ. 17.535 g NaCl を 900 cc の蒸溜水に溶かし N / 10 HCl を加えて pH を 8.0 とし，全量を 1 ℓ にしたもの) 1.0 cc，および蒸溜水 1.0 cc を測定用ガラス容器に入れ，これに二重蓚酸塩法によつて分離した血漿 0.02 cc を加える. 37°C の恒温槽に 10 ～ 20 分入れたのち，その水素イオン濃度を測定して，これを pH_1 とする. 次に acethylcholine液 (acethylcholine 0.3 g を 10 cc の蒸溜水に溶かしたもの) 0.2 cc を加えて混和し，恒温槽で1時間反応させ，再び水素イオン濃度を測る. これを pH_2 とし $pH_1-pH_2=\Delta pH_1$ とする.

同時に acetylcholine の自己分解を知るために buffer solution に 0.05％ vagostigmine 1 滴を加え，あとは 前と全く同様に処理したものの反応前後の pH を測り，その間の差を ΔpH_2 とし，$\Delta pH_1-\Delta pH_2=\Delta pH$を，血漿 cholinesterase の活性値とした.

(1) 臨床所見の変化

横斑プリマスロツクの大雛 (体重 860 ～ 890 g) と，白色レグホン，ロツクホン (RH) の産卵鶏にそれぞれ推定致死量 あるいはそれ以上の parathion を内服させ中毒症状の発現したものに 6 ～ 20 cc の PAM を静注したところ，対照区では，すべてが斃死したのに反し，加療したものは，全羽が生存した. すなわち PAM を注射すると，5 ～ 15 分で不安，流涎，流涙などの症状が，速かに軽減し 1 ～ 6 時間後には，中毒特有の症状はほとんど消失し，24 時間後には採食するようになつた.

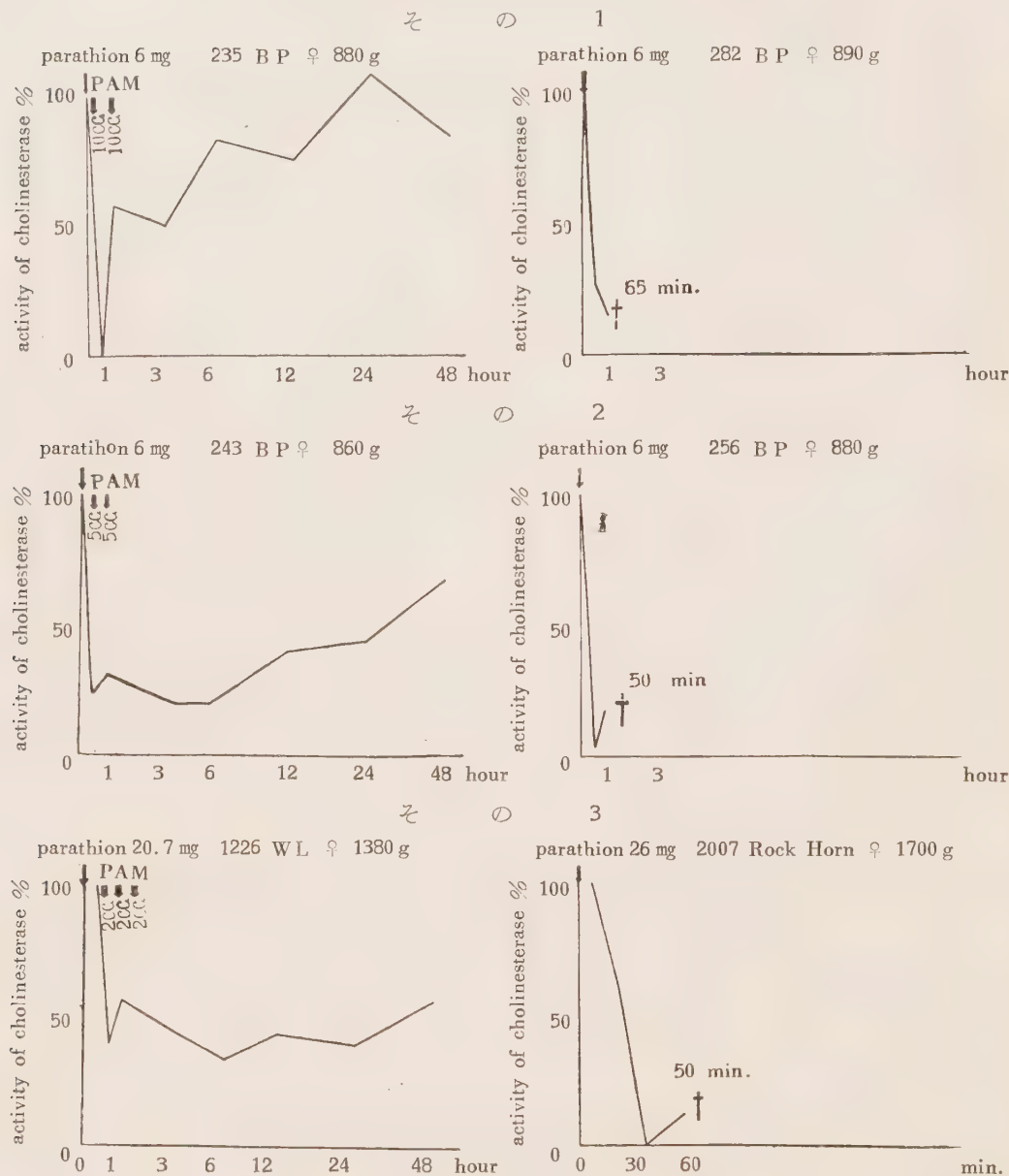
第3表 PAM の 治 療 効 果 試 験

	鶏番号	品　種	性別	体重(g)	Parathion 投与量	Parathion (mg) / 体重(1kg)	PAM 投与 時期及び量	PAM投与量 (mg) / 体重(1kg)	結　果
試	235	BP	♀	880	6	7	20分後　10cc 60分後　10cc	280×2	生　存
験	243	BP	♀	860	6	7	20分後　5cc 40分後　5cc	145×2	生　存
区	1226	WL	♀	1380	20.7	15	20分後，40分後 90分後　各 2cc	36×3	生　存
対	282	BP	♀	890	6	7	—	—	斃　死
照	256	BP	♀	880	6	7	—	—	斃　死
区	2007	RH	♀	1700	26	15	—	—	斃　死

(2) cholinesterase 活性値の消長

鶏の血漿の cholinesterase の活性値は個体によつてその値が区々であるので，parathion 投与前の活性値を 100 とし，parathion 投与及び PAM 注射後の値をこれと比較することによつて，その消長を見ることにした. その状況は第1図その1，2，3の通りである.

すなわち parathion を投与すると cholinesterase の活性値は急激に低下し，PAM を静注し

第1図　PAM 治療効果試験における血漿 Cholinesterase の消長

ないものでは，その値が回復することなく死に至るが，PAM を注射するとほとんどゼロに下つた活性値が 1 ～ 6 時間で急激に回復し，24 ～ 48 時間で概ね旧に復した．そして cholinesterase 活性値は，臨床所見の変化とほぼ平行して消長した．

3．PAM の予防効果試験

parathion 中毒に対する PAM の予防効果については平木らのハツカネズミについての研究がある．それによると parathion 投与15分前に PAM を内服せしめると予防効果があるといつている．また同氏らは PAM の体内における効力持続時間は比較的に短かいことを指摘してい

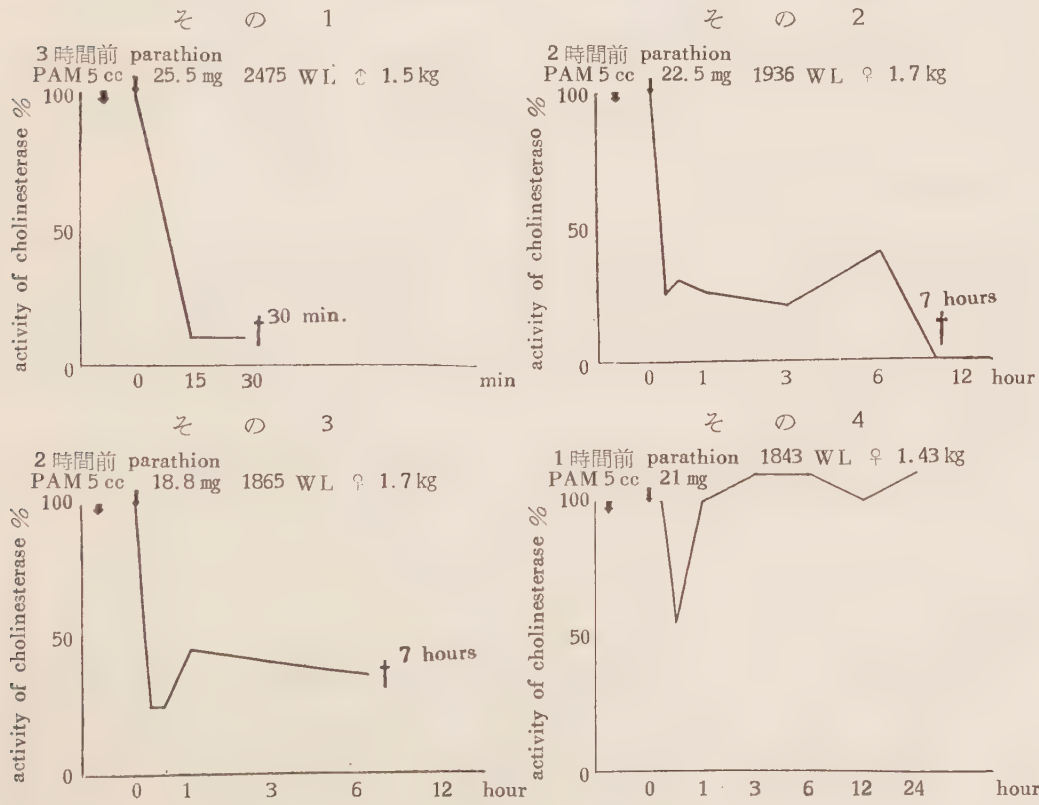
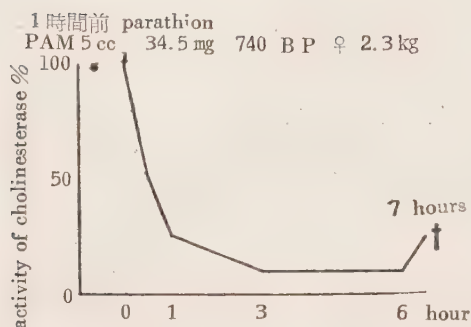
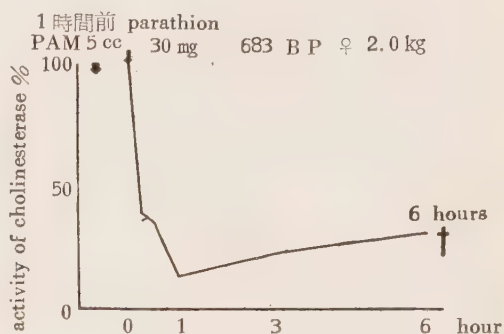
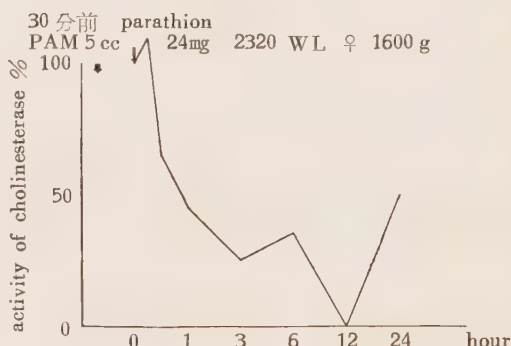
る．

われわれは parathion 投与0.5～3時間前に PAM を鶏に静注し，その予防効果をしらべたが，その成績は第4表のようである．

第4表　PAM　予　防　効　果　試　験　成　績

鶏番号	品　種	性別	体重 (g)	PAM 投与量 (cc)	PAM投与量 (mg) / 体重(1kg)	Parathion 投与前時間	Parathion 投与量 (mg)	Parathion量 (mg) / 体重(1kg)	成　　績
2475	WL	♂	1500	5	83	3時間	22.5	15	30分で斃死
1936	WL	♀	1700	5	74	2	25.5	15	11時間で斃死
1865	WL	♀	1250	5	100	2	18.8	15	7時間で斃死
1843	WL	♀	1430	5	87	1	21.0	15	生　　存
740	BP	♀	2300	5	54	1	34 5	15	7時間で斃死
638	BP	♀	2000	5	63	1	30.0	15	6時間で斃死
2320	WL	♀	1600	5	78	0.5	24.0	15	生　　存

すなわち，parathion の投与30分間前にPAMを静注したものおよび1時間前に PAM を静注したもののうち1羽は parathion 中毒死から守ることができた．しかし，2～3時間前に PAM を投与したものでは，生存時間は長びかせたが，parathion による中毒死を防ぐことはできなかつた．これらの鶏の血漿 cholinesterase 活性値の消長は第2図その 1～7 のようであつて，死をまぬがれたものでは一時低下した cholinesterase の活性値がもとにかえる傾向がみられた

第2図　PAM 予防効果試験における血漿 Cholinesterase の消長

が，死の転帰をとるものでは低値がつづいた．

以上のように PAM の鶏体内における効力の持続時間は 0.5～1 時間以上期待できないので，PAM を parathion 中毒予防のため使用することは実用上あまり価値がないと思われる．

4. PAM の毒性

難波らの研究によれば，ハツカネズミに対するPAM の LD_{50} は 159 mg/kg である．

第4表に示したように鶏に 54～100mg/kg を投与した成績では，臨床上なんらの変化なく，また第3表のように 145～280 mg/kgを投与した鶏では，静注後 5～10 分で一種の嗜眠状態におちいつたが，おおむね 1～2 時間で覚醒した．ただしこれらはいずれも parathion 中毒治療試験中に得た所見である．

5. 剖検所見

parathion 中毒により急性死をきたしたものでは小腸粘膜の点状出血，肝，肺の充血のほかは変化が認められなかつたが，24 時間以上の経過をたどつて斃死したものや，PAM 療法によつて中毒死をまぬがれた産卵中の鶏では，ほとんどのものが卵墜，卵破裂，卵巣出血，および脾臓腫脹などを起していた．これらの変化は農家で実際に被毒した鶏を解剖した場合にも同様に見られた．産卵鶏で parathion に中毒したものは，一応回復しても 2～3 ヵ月休産するものが多いのはこのためと思われる．

これに反し，卵巣がまだ発育していない雛では PAM 療法によつて parathion 中毒死をまぬがれたものを，その後 1 年間飼養してみたが，発育，産卵能力になんら悪影響を残さなかつた．

総　　括

以上の実験結果を総括すると，つぎのようである．

1. parathion の鶏に対する致死量は大雛では4～6 mg/kg，産卵中の鶏では 10 mg/kg である．

2. 致死量の parathion 投与後 20 分以内におおむね 100 mg/kg の PAM を静注すると，臨床所見の回復，降下した cholinesterase 活性値の回復など，顕著な治療効果をあらわす．

3. 卵巣の未発達な雛では PAM 療法によつて死をまぬがれたものは，なんらの後遺症を残

さないが，産卵中の鶏ではたとえ PAM 療法によつて耐過しても卵墜，卵破裂，卵巣出血などを起すことが認められた．このことが，野外例において被害鶏が，その後2～3ヵ月間にわたり休産してその経済的価値を失う原因になつているものと思われる．

4．鶏体内で PAM の持続する有効時間は 0.5～1 時間と思われる．したがつて，これを parathion 中毒の予防薬として使用することは実際問題としてあまり価値がないものと思われる．

文　献

1）平木他 (1956)：日本医事新報，1702.
2）平木他 (1958)：内科の領域，**6**，2.
3）Namba, T. and Hiraki, K. (1958)：Reprint from J. A. M. A., **166**, 15, 1834.
4）難波他 (1958)：内科の領域，**6**，6，441.
5）難波他 (1958)：内科の領域，**6**，6，437.
6）石井 (1952)：植物防疫，**7**，2，22.
7）岡山県衛生部：正しい薬の教育資料.
8）Jones, L. M. (1957)：Veterinary Pharmacology and Therapeutics.
9）小原，石井 (1954)：日本獣医師会雑誌，**7**，7，308.